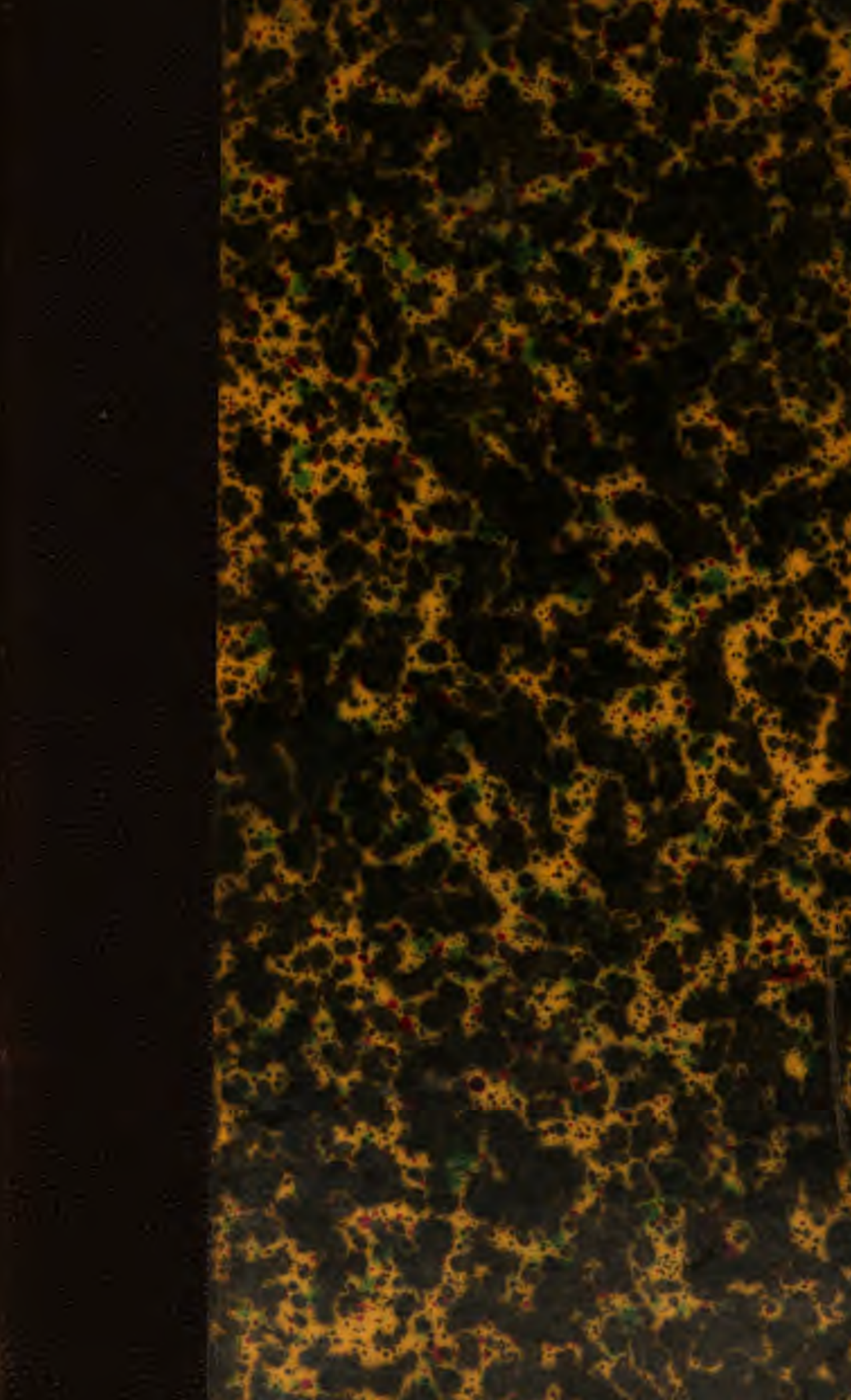
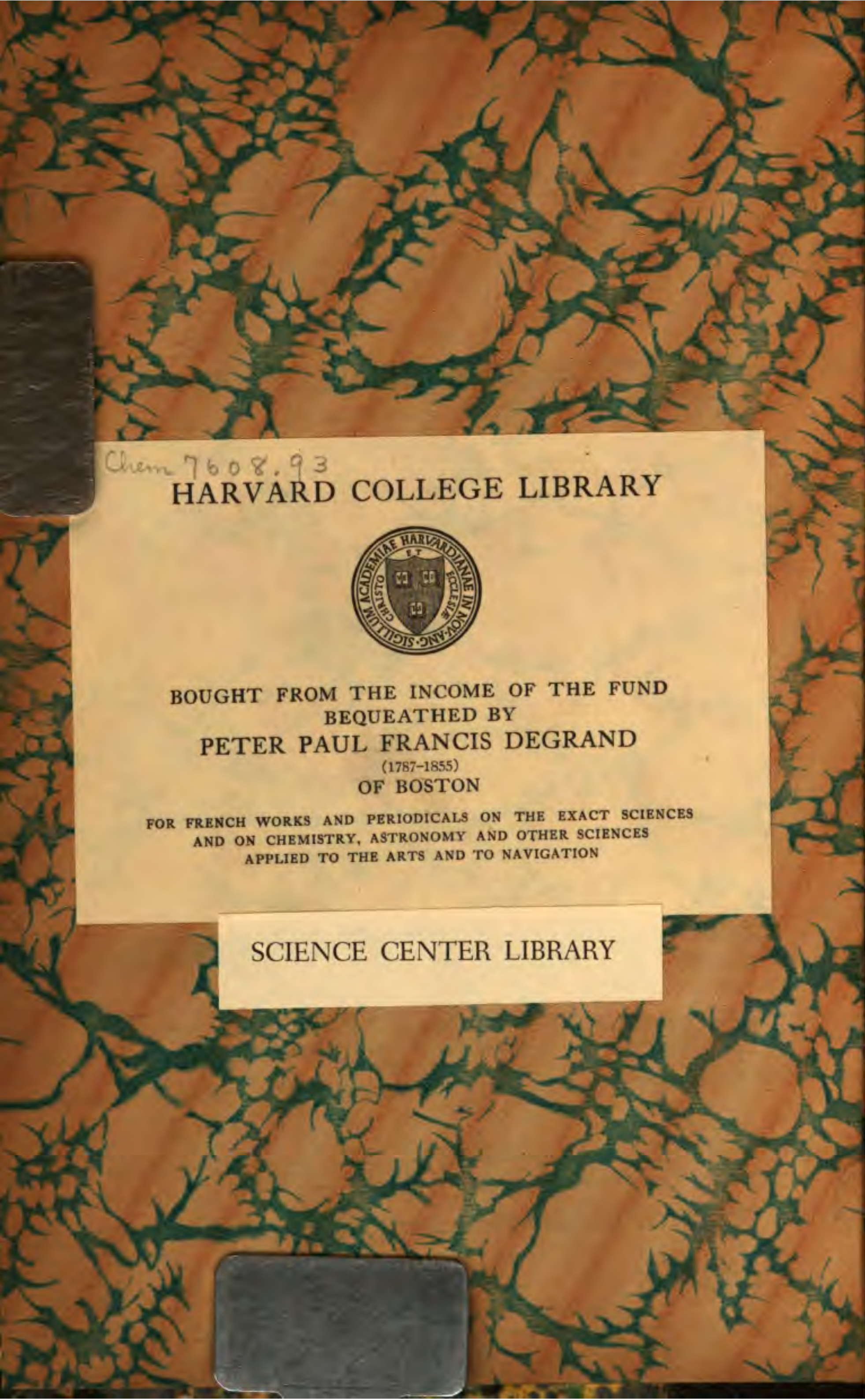
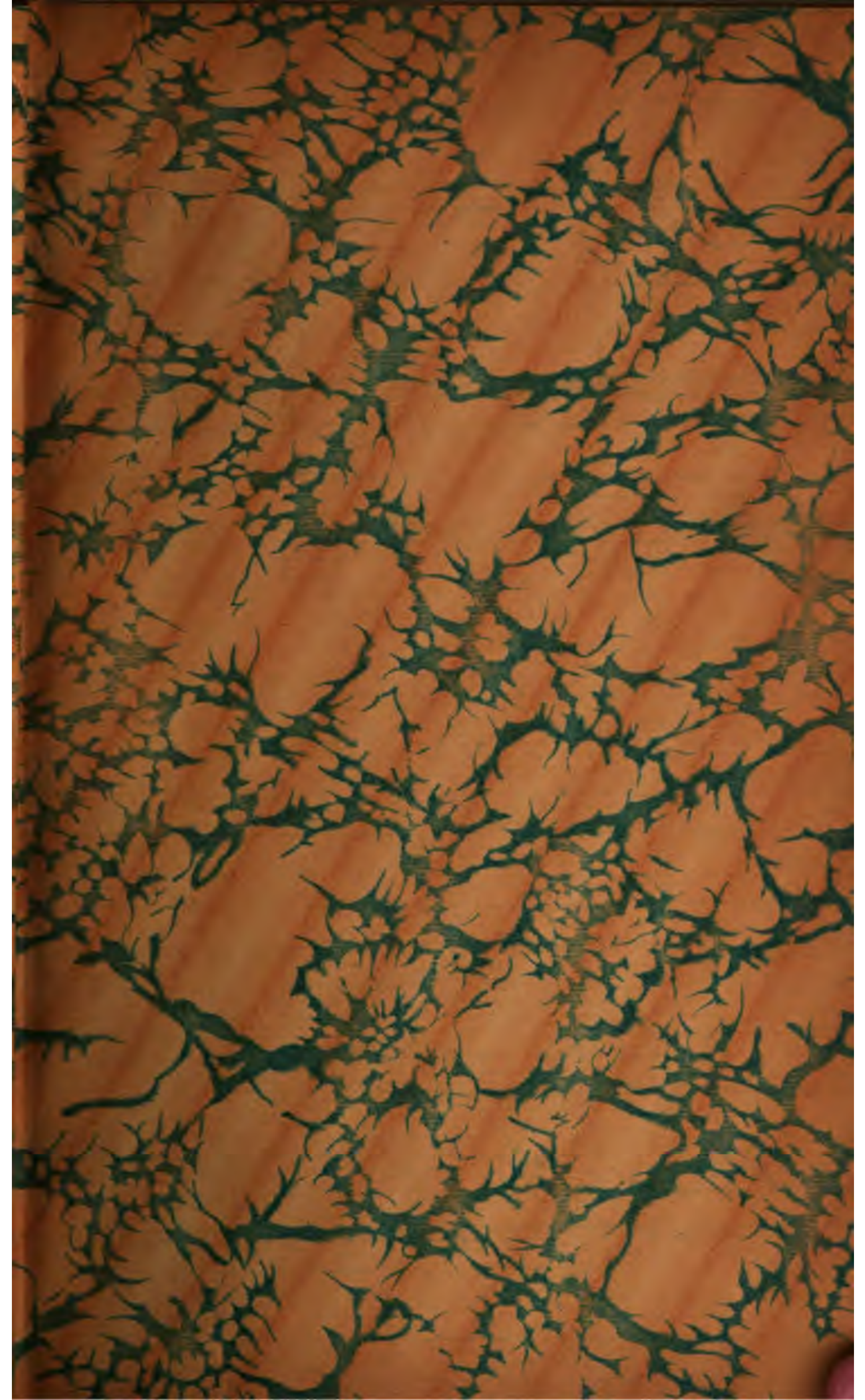






LA

PRATIQUE DU TEINTURIER

PAR

Jules GARÇON,
INGÉNIEUR-CHIMISTE, LICENCIÉ ÈS SCIENCES.

TOME II.

LE MATÉRIEL DE TEINTURE.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1894

Ouvrage honoré d'une récompense en 1895 par la Société d'encouragement à l'Industrie nationale.

LA

PRATIQUE DU TEINTURIER.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

LA

PRATIQUE DU TEINTURIER

PAR

JULES GARÇON,
INGÉNIEUR-CHIMISTE, LICENCIÉ ÈS SCIENCES.

TOME II.

LE MATÉRIEL DE TEINTURE.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1894

PRÉFACE.

Ce Volume est consacré tout entier à l'étude du Matériel de teinture. J'étudie le matériel de teinture comme s'appliquant :

1° Aux opérations qui précèdent la teinture;

2° A celles de la teinture proprement dite;

3° Enfin, à celles qui suivent la teinture, principalement le lavage et le séchage.

Je termine en disant quelques mots du matériel de laboratoire et du matériel du teinturier-dégraisseur. Pour plus de détails sur mon plan, je prie que l'on veuille bien se reporter à la Table systématique des Matières.

J'ai eu pour but, en écrivant ce Volume, non pas de décrire tous les dispositifs inventés jusqu'à ce jour, mais d'exposer les plus importants de ces dispositifs, ainsi que leurs principes généraux. Une monographie des appareils et machines employés pour la teinture des fibres textiles, qui étudierait toutes les machines proposées, fournirait la matière de plusieurs gros volumes, et les services rendus resteraient bien inférieurs à la somme énorme du travail exigé. Je ne traite donc que des principes généraux et des machines les plus importantes, tout particulièrement des principes et des machines qui se rapportent aux opérations mêmes de la teinture. Pour faire entrer le plus grand nombre de machines dans le cadre de mon Ouvrage, j'ai restreint leur description aux points essentiels et caractéristiques. Ceux de mes lecteurs qui désireraient quelque renseignement complémentaire

peuvent s'adresser à moi; je serais très heureux de les leur fournir.

Les immenses services que les indications bibliographiques rendent aux travailleurs, aux industriels comme aux savants, m'ont amené à donner dans une courte Introduction des renseignements sur les sources de documents qui ont rapport au matériel de teinture. J'ai de plus, au cours de mon Ouvrage, relevé un choix de documents concernant la question des eaux et un choix de documents concernant la teinture des fibres en poils, en rubans, en bobines et en cannettes. J'espère offrir au public dans quelque temps une bibliographie complète de tous les documents intéressant la Technologie chimique des fibres textiles, c'est-à-dire leurs propriétés, le blanchiment, la teinture, l'impression et les apprêts, dans le grand Répertoire que j'ai entrepris en 1887 et que je poursuis sous les auspices bienveillants de la Société Industrielle de Mulhouse, avec l'espoir de le mener bientôt à bon terme.

J'adresse tous mes remercîments à MM. les Constructeurs qui ont bien voulu me prêter leurs clichés.

Paris, octobre 1894.

JULES GARÇON.

TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES.

DEUXIÈME PARTIE.

OPÉRATIONS DE LA TEINTURE.

TROISIÈME PARTIE.

OPÉRATIONS QUI SUIVENT LA TEINTURE.

APPENDICE I.

MATÉRIEL DE LABORATOIRE.

APPENDICE II.

MATÉRIEL DU BLANCHISSEUR ET DU TEINTURIER-DÉGRAISSEUR.

APPENDICE III.

PRÉCAUTIONS A PRENDRE DANS L'EMPLOI DES MACHINES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Observations.

Pages.	Lignes.	
6	13	*ajouter à cette liste* l'ouvrage publié en 1894 par M. J. Zipser : *Apparate... der Wäscherei, Bleicherei, Färberei und Druckerei.*
17	28	Un appareil industriel, basé sur l'ébullition, vient d'être proposé par la maison Dervaux.
52	2	*au lieu de :* enveloppant du noir animal, *lisez :* enveloppé de carbocalcis à base de noir animal.
72	22	*après :* pour produire ce phénomène, *ajoutez :* à partir de 0°.
72	32	*au lieu de :* 150°, *lisez :* 50°.
72	33	*ajouter :* 100°.
124	38	*au lieu de : fig.* 137, *lisez : fig.* 138.
144	9	Le terme désuintage s'entend parfois de l'extraction seule des matières solubles.
221	36	L'appareil Mommer produit aujourd'hui très bien le bleu d'indigo, le cachou, le rose alizarine, les noirs d'aniline et diamine.
358	9	M. F. Dehaître vient de prendre la concession du système Claviez.

LA

PRATIQUE DU TEINTURIER.

INTRODUCTION.

DES SOURCES DE DOCUMENTS SUR LES APPAREILS ET MACHINES A TEINDRE (1).

L'industrie de la teinture est l'une de celles qui ont le plus profité du mouvement de progrès qui caractérise notre siècle et emporte l'humanité nous ne savons vers quel avenir. La découverte des matières colorantes artificielles a produit les modifications les plus profondes dans l'art de la teinture. Leur emploi a permis de synthétiser et d'unifier les méthodes; li a donné aux procédés mécaniques une importance qu'ils n'avaient pas auparavant, et il a rendu plus facile la solution de deux problèmes des plus intéressants : d'abord la teinture des différentes fibres à leurs premiers états de préparation, comme celle du coton en mèches ou en cannettes, et celle de la laine en bobines; ensuite la teinture par production des couleurs sur la fibre elle-même, comme celle du coton en noir d'aniline, en rouge azo, en couleurs ingrain, ou en couleurs diamine diazotées et développées à nouveau.

Aussi ne faut-il pas s'étonner que le nombre des brevets d'invention pris en France pour perfectionnements dans la teinture atteigne depuis une dizaine d'années une moyenne de 150 par an. Les brevets pris pour de nouvelles machines

(1) Extrait d'une étude que j'ai publiée en 1893 dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*.

à teindre sont en moyenne de 20 par an. « Les appareils à teindre sont devenus légion : on teint avant filature, après filature, avant tissage, après tissage, d'où la nécessité d'appareils très variés; les machines se sont modifiées au gré des besoins qu'il faut servir, de la nature des tissus, de la nature des couleurs (1) ».

L'une des principales causes qui ont amené cette multiplication des recherches concernant les machines de teinture, c'est la grande facilité d'application que présentent les matières colorantes artificielles. Avec les anciens procédés qui exigeaient souvent des opérations longues, nombreuses, pleines de difficultés, les machines à teindre, lorsqu'on s'en servait, étaient fort simples. Quant à la période qui précède ce siècle, et même, pourrais-je dire, la seconde moitié de ce siècle, elle ne fournit presque rien.

Et cependant aux époques les plus reculées dont l'histoire fasse mention, l'homme portait déjà des vêtements teints, et l'art de la teinture semble y avoir acquis une réelle perfection. Mais, si nous possédons un certain nombre de documents sur l'histoire de l'industrie textile chez les Égyptiens et les Assyriens, chez les anciens Chinois, dans l'Inde, chez les Israélites, chez les peuples primitifs de l'Europe et de l'Amérique, ils sont muets sur presque tout ce qui regarde la partie matérielle de la teinture. Les Égyptiens ont teint et même imprimé dès la plus haute antiquité. Le plus ancien échantillon d'étoffe teinte que nous ayons a été découvert en 1881 par M. Maspero dans la pyramide du roi Ounas : il date d'environ quatre mille ans. Les anciens Égyptiens portaient des costumes blancs avec broderies teintes; la pièce d'étoffe qui constitue la première enveloppe des momies est généralement teinte en rouge; les couleurs qu'ils savaient produire sont en nombre restreint, mais très solides. Je suppose qu'ils opéraient la teinture en refoulant la fibre avec les pieds dans le liquide tinctorial; c'est ainsi que les teinturiers en peaux pour gants procèdent encore de nos jours. Mais je ne puis avancer sur ce point aucun document précis. Les planches de Champollion ne renferment sur ces sujets qu'une reproduction d'ouvriers

(1) M. Vernier; Chronique scientifique du journal *le Temps* du 1er août 1893.

foulons et d'une ouvrière blanchisseuse [1]; on y voit les ouvriers foulons fouler l'étoffe avec les pieds dans des bacs en pierre. Je suppose que les ouvriers teinturiers procédaient de la même façon, la plupart du temps, parce que cette méthode leur permettait d'obtenir des couleurs plus solides qu'en teignant simplement au trempé. Elle a d'ailleurs été employée par les Chinois et les Japonais. Les Chinois, bien longtemps avant notre ère, savaient teindre la soie, nous le connaissons positivement. Voici comment ils procédaient : ils humectaient la matière, la tordaient, la foulaient dans le liquide tinctorial, puis la battaient pour bien faire pénétrer la couleur. Ces opérations de la teinture se faisaient dans chaque famille au fur et à mesure de ses besoins; elle s'effectuait à froid et était en conséquence assez longue.

La même méthode a dû être suivie par les Grecs et les Romains. Mais, comme ils réservaient les travaux manuels aux esclaves et aux serviteurs et qu'ils ont dédaigné de parti pris de traiter dans leurs ouvrages les sujets techniques, j'en suis réduit encore à des suppositions [2]. Malgré la perfection que la teinture avait atteinte pour l'obtention de certaines couleurs, il est à présumer que le matériel se réduisait à des barques en pierre ou en bois. Je les soupçonne en pierre et rectangulaires, car dans l'atelier des ouvriers foulons, *Fullonica,* qui a été découvert à Pompéi (voir *Pomp. ant. Hist.,* t. II, p. 143 et sq.), la disposition des barques est telle et absolument la même que chez les anciens Égyptiens.

La façon dont on procédait matériellement à la teinture devait être également la même. D'ailleurs, les teinturiers ne procédaient pas seulement par foulage; ils devaient teindre également au trempé, qui est en toute évidence la méthode

---

[1] Je signale en passant que le métier à tisser, reproduit d'après un bas-relief de Bein-Hassan, l'a été partout d'une façon défectueuse, car il semble vertical : c'est un métier horizontal. M. Maspero le qualifie ainsi très justement dans son *Archéologie égyptienne.*

[2] L'ouvrage de M. Hugo Blümner : *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern,* 1884-1886, 4 vol., est une source des plus utiles à consulter pour tout ce qui concerne la technologie chez les Romains.

primitive, celle par foulage n'ayant dû être appliquée que pour mieux faire pénétrer la matière colorante.

La machine à teindre les tissus la plus simple est le tourniquet ou traquet : il consiste simplement en un cylindre en bois ou en un cadre garni de lattes en forme de parallélépipède; on le plaçait au-dessus de la cuve de teinture. J'ai rencontré récemment la disposition du parallélépipède plein, de diamètre très court, dans un ouvrage fort précieux : *Plictho del arte de tentori,* de G. Rosetti, édité (1) en 1511, puis en 1540, à Venise. La Bibliothèque Nationale possède un exemplaire de l'édition de 1540, exemplaire qui faisait partie des collections d'Eugène Piot. Ce G. Rosetti, fonctionnaire de l'arsenal de Venise au XVIe siècle, se passionna à tel point pour la teinture qu'il consacra sa fortune à voyager seize ans en Italie et dans le Levant, et à recueillir les secrets des ateliers; puis il écrivit son *Plictho*, qui est un recueil de recettes de teinture sur soie, sur vêtements et sur peaux. L'édition de 1540 renferme deux gravures sur bois : la première concerne la teinture des écheveaux de soie, et la seconde, la teinture des tissus. On y voit un rudiment de tourniquet; et je la signale à cause de ce détail, parce que, à ma connaissance, c'est la première figure que l'on possède sur la machine à teindre. Cette première machine à teindre les tissus conserva longtemps sa forme rudimentaire; il me faut passer près de trois siècles avant d'avoir à signaler de nouveaux documents. A la fin du siècle dernier apparaît le clapeau ou double traquet réservé aujourd'hui au lavage, et qui est l'origine du foulard, autre genre de machine en usage pour la teinture des tissus. Enfin, parmi les planches qui accompagnent l'*Encyclopédie méthodique,* 1782-1832, plusieurs sont relatives au blanchiment, à la teinture et à l'impression; l'une figure le tour ou asple, simple traquet formé de quatre lattes de bois et manœuvré à la main; le diamètre est devenu beaucoup plus considérable que dans l'appareil

(1) Le titre exact de l'édition de 1540 est : *Plictho del arte de tentori, che insegna tenger pani telle banbasi et sede si per l'arte magiore comme per la comune.* Plictho n'est donc pas un pseudonyme, comme un savant allemand l'a avancé il y a quelques années.

dont Rosetti nous a conservé la figure, ce qui ne peut que faciliter le travail.

En face de cette pénurie de renseignements sur la partie matérielle de la teinture jusqu'à ce siècle, c'est avec plaisir que nous pouvons placer les sources bibliographiques si nombreuses dont nous disposons aujourd'hui pour étudier les machines à teindre.

Les traités généraux de teinture et d'impression donnent parfois des indications très intéressantes avec figures à l'appui. Je citerai principalement, après le *Traité de l'impression des tissus* de Jean Persoz, 1846, toujours utile à consulter; après le *Manuel du fabricant d'indiennes,* de Thillaye, 1857, et celui du *Teinturier,* de Riffault, complété par M. Romain, en 1880 (*Encyclopédie Roret*), un excellent ouvrage dû à la plume autorisée de J.-J. Hummel, directeur de la section de teinture du Yorkshire College de Leeds. Son *The dyeing of textile fabrics,* paru en 1885 et arrivé en 1889 à sa 7e édition, a été traduit en allemand par M. Knecht, directeur de la section de teinture à la Technical School de Manchester; en italien, par M. le Dr L. Lepetit de Suze, et même en japonais. Je citerai également *The printing of cotton fabrics,* de M. Sansone, 1887, traduit en français en 1889 par M. Montpellier, et en allemand en 1889 par M. B. Pick; *Dyeing,* du même auteur, 1888. Je citerai plus particulièrement l'excellent ouvrage de M. le Dr A. Ganswindt, directeur de la section de teinture à l'École de tissage d'Aachen : *Handbuch der Färberei,* 1889, où de nombreuses pages sont consacrées à l'étude du matériel de teinture. Je citerai encore la seconde partie du *Traité de la teinture des matières colorantes artificielles,* de M. J. Dépierre, 1892; le traité de M. le Dr J. Herzfeld, directeur de la section de teinture à l'École de teinture de Mulheim-am-Rhein : *Die Praxis der Färberei,* 1892; une grande partie est consacrée à l'étude des machines à teindre les matières textiles sous leurs différents états de préparation, et les brevets récents y sont analysés avec figures; enfin, *A manual of dyeing,* de M. Knecht, 1893.

Des documents utiles pourront être puisés dans quelques ouvrages spéciaux, comme le *Traité des matières colorantes, du blanchiment, de la teinture du coton,* de Renard, 1883;

la *Teinture au XIXe siècle*, de Th. Grison, 1884; *Teinture et apprêt des tissus de coton*, de E. Lefèvre, 1887 (dans l'*Encyclopédie chimique*); *Die Echtfärberei der losen Wolle*, de Al. Delmart, 1888-91; l'ouvrage sur le noir d'aniline, de MM. les Drs E. Nœlting, directeur de l'École de Chimie de Mulhouse, et A. Lehne, de Berlin : *Anilinschwarz und seine Anwendung in Färberei und Zeugdruck*, 1892; enfin, pour le matériel du teinturier en chiffons, dans l'excellent *Manuel du teinturier dégraisseur*, de M. Gouillon, 1892.

Enfin, les machines de teinture ont été l'objet d'une étude toute spéciale de G. Meissner; *Die Maschinen für Appretur, Färberei und Bleicherei*, 1873; une nouvelle édition sera publiée sous peu.

Je ne trouve, à mon grand regret, rien à relever dans le *Cours de technologie chimique*, de Salvetat, 1874. La seconde partie, sous le titre : « Couleurs, blanchiment, teinture et impression » laisse de côté la teinture et ne s'occupe que des trois autres.

Le tome II des *Merveilles de l'Industrie*, de M. L. Figuier, 1873-76, renferme un long Chapitre sur l'industrie de la teinture; quelques machines y sont décrites avec le talent que l'on sait, mais sans sortir d'une étude de vulgarisation.

Deux articles sérieusement documentés ont été fournis par E. P. Schützenberger au *Dictionnaire de Chimie pure et appliquée*, de Wurtz, 1868-78, tome III, et par M. H. Vassart, professeur de teinture à Roubaix, au *Dictionnaire de l'Industrie et des Arts industriels*, de M. E.-O. Lami, 1881-88, ainsi qu'au supplément de ce dernier, 1889-91. J'appelle particulièrement l'attention sur les articles de M. Vassart.

Je l'appelle également sur les parties des rapports du Jury international aux Expositions de 1868, de 1878 et de 1889 qui sont consacrées au matériel et aux procédés des teintures et des impressions. Le rapport de la classe correspondante, classe 58, à l'Exposition de 1889, a été fait par M. F. Dehaître, dont les machines et appareils de teinture sont connus pour leur perfection.

M. F. Dehaitre a publié depuis 1888 une série de huit albums illustrés, fort instructifs, qui comprennent la construction générale des machines et appareils pour le traitement et l'apprêt des tissus.

Les autres maisons de construction qui s'occupent des machines de teinture publient régulièrement des catalogues et des circulaires utiles à consulter : je citerai dans cet ordre d'idées les Catalogues de MM. Mather et Platt de Manchester, de la *Zittauer Maschinenfabrik*. Mais, le plus souvent, la description des machines se borne forcément à leurs applications et à leurs avantages.

J'arrive maintenant à toute une série de sources bibliographiques plus générales; ce sont les publications périodiques.

Parmi celles de ces publications qui ne traitent que des sujets de teinture, *Dyer and Calico Printer,* de Londres, donne presque dans tous ses numéros la description d'une ou plusieurs machines de teinture; *Färber-Zeitung,* de M. le Dr A. Lehne, de Berlin, traite de temps à autre ce sujet; *The Journal of the Society of Dyers and Colourists,* de Bradford, est dans le même cas. Les autres journaux de teinture (et plusieurs sont très importants, tels *Leipziger Färber- und Zeugdrucker Zeitung* et *Textile Colorist,* de Philadelphie), ne traitent qu'exceptionnellement les questions d'appareils.

Plusieurs périodiques spéciaux à l'industrie textile consacrent une partie de leur publication à la teinture. En France, *l'Industrie textile* que M. Flavien dirige depuis neuf ans étudie les machines de teinture les plus importantes avec figures. Je citerai parmi les publications similaires allemandes : *Centrallblatt für die Textil-Industrie, Leipziger Monastsschrift für Textil-Industrie,* et *Oesterreich's Wollen- und Leinen-Industrie :* je citerai aussi *Dinglers Polytechnisches Journal,* et parmi les publications anglaises : *The Textile Manufacturer* et *Textile Mercury,* de Manchester, et *Textile Recorder,* de Londres.

Quelques documents se trouvent épars dans les publications de la Société Industrielle de Mulhouse, de celle de Rouen, de la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale, de la Société de Chimie Industrielle de Londres.

Les publications qui fournissent sur les machines de teinture les renseignements les plus nombreux et les plus utiles sont, sans contredit, celles qui concernent les brevets d'invention.

En France, nous avons le *Catalogue des Brevets d'inve-*

1828 à 1883. Ce catalogue ne donne que l'énumération des titres des brevets catalogués par section, table qui facilite beaucoup les recherches.

Depuis 1884, le *Catalogue* est remplacé par le *Bulletin de la Propriété industrielle et commerciale.* Ce bulletin est hebdomadaire; il ne donne, lui aussi, que le titre du brevet, et, au grand regret de tous ceux qui ont à faire des recherches, la table annuelle des brevetés, classés par section, ne fournit plus d'autres mentions que le nom du breveté et le numéro du brevet; les recherches sont devenues beaucoup plus difficiles qu'avec l'ancien catalogue. La section qui renferme les brevets des machines de teinture est la section 2 du groupe IV : Arts textiles.

Nous avons également en France la *Description des machines et procédés pour lesquels des brevets ont été pris en France.* Les personnes intéressées ne cessent de lui faire deux gros reproches. Le premier c'est d'être incomplète, car tous les brevets ne sont pas décrits. Le second, c'est de manquer d'actualité; en effet, cette publication paraît en gros volumes qui ne sont publiés que plusieurs années après la prise des brevets.

Peu d'industriels savent que les fascicules de chaque section sont vendus à part pour un prix relativement modeste. On se les procure à l'Imprimerie nationale; on peut s'y procurer également le tableau de ces fascicules avec les prix correspondants.

Les autres publications relatives aux brevets sont, en Allemagne : le *Patentblatt von Kaiser Patentamt;* en Angleterre : *The Patents for Inventions;* aux États-Unis : *Official Gazette of the Patent Office;* en Italie : *Bollettino delle Privative Industriali.* La dernière est mensuelle, mais les trois premières sont hebdomadaires et donnent, non seulement le titre du brevet, mais le résumé ou les revendications, avec figures le cas échéant.

Il n'est pas facile, à Paris, de se procurer ces publications, dont l'intérêt est évident. Le bureau de la Propriété industrielle, au Ministère du Commerce et de l'Industrie, d'où gdépendent toutes les questions se rattachant aux brevets d'in-l'apption, met bien à la disposition du public le *Catalogue,* le

Bulletin de la Propriété industrielle et la *Description des Brevets.* Il reçoit aussi les publications étrangères; mais, faute d'espace et d'allocations pour la reliure, il n'en tire pas le parti désirable. Le bureau du Portefeuille industriel (brevets périmés), au Conservatoire des Arts et Métiers, est presque le seul endroit où l'on puisse consulter ces publications étrangères, mais il ne reçoit pas celles de Berlin. La Société d'Encouragement à l'Industrie nationale reçoit, parmi les publications étrangères, l'*Official Gazette de Washington.*

PREMIÈRE PARTIE.

OPÉRATIONS QUI PRÉCÈDENT LA TEINTURE.

Je traite, dans cette première Partie, de l'épuration de l'eau, du chauffage et de la production de vapeur, de la circulation des liquides, de l'extraction des bois de teinture et de la préparation des bains tinctoriaux, enfin du dégraissage, du blanchiment et du mordançage.

Je m'étendrai plus particulièrement sur la question si importante pour le teinturier de l'épuration des eaux qu'il emploie ou de celles qu'il rejette. La description des méthodes et des appareils dont on se sert aujourd'hui pour cette épuration sera précédée de quelques remarques générales sur la composition des eaux.

Je m'étends aussi plus particulièrement sur l'extraction des bois tinctoriaux par les teinturiers eux-mêmes.

Je me borne, pour les autres questions, à faire ressortir les points principaux et les dispositifs les plus intéressants.

PREMIÈRE SECTION.

DE L'ÉPURATION DES EAUX DANS LES TEINTURERIES.

Il importe tout d'abord de savoir quelles substances peuvent se rencontrer dans l'eau, et quels sont leurs inconvénients au cours des diverses opérations de la teinture. On verra que certaines de ces substances présentent d'énormes inconvénients pour la plupart des teintures. Le teinturier a donc avantage à tenir toujours à sa disposition une réserve

d'eau la plus pure possible. Nous étudierons les meilleurs moyens qu'il peut utiliser dans ce but, ainsi que les appareils qui ont été proposés pour appliquer industriellement ces moyens. J'indique ensuite, sommairement, la marche à suivre pour faire l'analyse d'une eau au point de vue industriel, et je termine le Chapitre par l'épuration des eaux de vidanges et l'utilisation des principaux résidus.

Eau. — L'*eau* résulte de la condensation des vapeurs d'eau contenues dans l'atmosphère. Les eaux de pluie ainsi formées sont absorbées en grande partie par le sol, y forment des rivières souterraines et donnent naissance aux sources, celles-ci aux différents cours d'eau.

Dans le laboratoire du chimiste, l'eau ($H^2O = 18$) résulte de la combinaison de huit parties d'oxygène et une partie d'hydrogène, deux corps simples dans l'état actuel des connaissances en Chimie. Cette composition n'est connue nettement que depuis les expériences célèbres de Lavoisier en 1783.

Les eaux de pluie sont très pures; cependant celles des premières ondées renferment des poussières minérales ou organiques, qu'elles enlèvent à l'atmosphère.

Au contraire, les eaux qui courent à la surface du sol ou dans son intérieur : eaux de source, eaux de puits et de rivière, sont presque toujours chargées d'une certaine quantité de substances minérales qu'elles ont enlevées au sol. Il n'y a que certaines eaux des pays montagneux ou de terrains granitiques qui soient tout à fait pures; les autres sont toutes impures. Les eaux qui sortent des terrains de sédiment sont les plus chargées. Les eaux des puits sont habituellement calcaires. Les eaux de rivière sont souvent troubles à cause de l'argile et des organismes végétaux et animaux qu'elles entraînent en suspension.

La proportion de substances minérales contenues dans les eaux telluriques est très variable; le Tableau suivant en fait foi :

Analyses d'eaux de rivières par mètre cube et en grammes.

FLEUVES.	RÉSIDU fixe.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ACIDE CARBONIQUE combiné.	ACIDE CARBONIQUE libre.
Seine en amont de Paris.	254,4	73,9	4,8	101,8	16,2
Rhône à Genève.......	182	45,3	2,7	50,8	8,4
Loire à Orléans.......	134,6	19,2	1,7	41,5	1,8
Garonne à Toulouse...	136,7	25,8	0,9	44,8	17
Doubs................	225,1	76,4	9,8	116,2	17,8
Elbe près de Hambourg.	126,9	27,9	1,1	44,7	
Danube près de Vienne.	141,4	34,3	7	60,9	
Tamise en amont de Londres............	304	76,6	4,4	90,6	0,46
Tamise en aval de Londres................	399,8	90,5	5,7	123,2	71,6
Rhin à Strasbourg....	231,7	58,6	1,4	84,9	7,6
Lys à Tourcoing......	449,9	113,2	15,3	124,3	
Forage de Lille.......	635,2	129	5,1	122,4	

Les substances minérales dissoutes sont habituellement les sulfates, les chlorures et les bicarbonates de chaux et de magnésie.

Eaux dures. — Les eaux qui n'en renferment qu'une proportion minime, sont dites *douces* par comparaison avec celles qui en renferment une plus grande quantité, et qui sont dites *dures* ou crues.

Les eaux employées dans l'industrie peuvent aussi renfermer des impuretés accidentelles, dont parfois il faut tenir grand compte, comme les sels de fer pour les teinturiers.

Les eaux dures se divisent en eaux séléniteuses : celles dont le résidu en sulfate de chaux est supérieur à 6 décigrammes par litre, et en eaux incrustantes ou calcaires : celles qui renferment du carbonate de chaux dissous à la faveur de l'acide carbonique libre. Les eaux incrustantes donnent un dépôt par l'ébullition, et cet effet est dû principalement à la présence du bicarbonate de chaux. Le carbonate de

chaux est insoluble dans l'eau, et il ne s'y dissout qu'à la faveur d'un excès d'acide carbonique en se transformant en bicarbonate; quand on fait bouillir l'eau, on chasse cet excès, le bicarbonate soluble repasse à l'état de carbonate insoluble, et celui-ci se dépose en incrustations sur les parois. C'est le même phénomène qui se produit avec l'eau des sources pétrifiantes, sauf que l'acide carbonique s'y trouve en très grand excès et qu'il s'échappe de lui-même à l'air, sans avoir besoin du secours de la chaleur; la formation des stalactites est due à une cause analogue.

On reconnaît qu'une eau est dure lorsque dans la pratique domestique elle cuit mal les légumes, et lorsqu'elle dissout difficilement le savon et laisse un dépôt d'incrustations par l'ébullition.

On distingue parfois la dureté temporaire et la dureté permanente; la première, due à la présence des bicarbonates; la seconde, à celle des sulfates et des chlorures. La première seule disparaît par l'ébullition.

Inconvénients des eaux dures dans les teintureries. — Les eaux dures sont fort souvent nuisibles aux intérêts des teinturiers. D'abord, elles sont la cause de dépôts ou incrustations dans les chaudières productrices de vapeur ou dans les organes des machines. Ces dépôts d'incrustations sont non seulement nuisibles en diminuant la conductibilité et amenant une dépense plus considérable de combustible, mais encore dangereux, car la tôle est exposée à des coups de feu qui restreignent sa résistance, d'où des ruptures, ou amènent une surchauffe, d'où des explosions. On a tenté de remédier à ces inconvénients par l'emploi d'anti-incrustants ou désincrustants. Ils sont presque tous inefficaces, ou bien ils corrodent les garnitures. Les principaux anti-incrustants proposés sont ou des matières insolubles comme la limaille de fer, la sciure de bois, le verre pilé; ou des substances donnant des dissolutions visqueuses : pommes de terre, mélasses, glucose, pâte de lichen; ou des matières susceptibles d'empêcher le dépôt de s'attacher : carbonate et tannate de soude. Leur action doit être aidée parfois de celle d'un débourbeur mécanique.

Les eaux calcaires et les eaux séléniteuses sont toujours nuisibles, lorsqu'on les emploie pour dissoudre le savon. Elles commencent, en effet, par décomposer une quantité de savon en rapport avec la quantité de chaux (et de magnésie) qu'elles renferment. Un kilogramme de chaux anhydre décompose $15^{kg},500$ de savon à 30 pour 100 d'eau, et chaque mètre cube d'une eau marquant 10° hydrotimétriques (*voir* Analyse hydrotimétrique) fait perdre par conséquent un kilogramme de savon. Le savon est précipité à l'état de savon de chaux, et si des fibres sont en présence, il s'en dépose sur la fibre. La production de ce savon est fort nuisible pour la laine et la soie : il est difficile à éliminer, il laisse à la laine un toucher mauvais, est la cause de taches et d'irrégularités en teinture, et peut occasionner à la longue une odeur désagréable; enfin, les blancs sont exposés à être ternis et tachés. Les eaux calcaires ou séléniteuses ne conviennent donc ni pour dissoudre le savon, ni pour rincer sur bain de savon.

Les eaux calcaires ne conviennent pas généralement pour la préparation des dissolutions de colorants, principalement quand il s'agit de couleurs d'alizarine, céruléine, bleu d'alizarine, etc., ni pour la cochenille, ni pour la plupart des matières colorantes artificielles, en particulier les couleurs basiques, fuchsine, auramine, bleu Victoria, vert malachite, violet méthyle, etc. Elles ne conviennent pas non plus pour l'extraction des matières colorantes : tannins, cachou, etc., enfin, dans tous les cas où la teinture repose sur la formation de laques claires. Dans ces circonstances, par suite de la formation de laques où la chaux entre comme partie constituante, il se forme des grumeaux sombres et poisseux qui occasionnent fatalement des taches (1).

Pour le même motif, et dans le cas desdites matières colorantes, elles assombrissent les teintures, ou les font virer vers d'autres nuances, si on les emploie pour monter le bain de teinture, ou pour rincer en nuances vives et délicates, ou pour fouler, ou pour aviver, par exemple, le rouge turc. C'est parce qu'elles assombrissent les teintures que beaucoup de

---

(1) *Comparer* t. I, p. 39.

teinturiers, après avoir monté leur bain, commencent par y passer des lots de matières destinées à des teintures foncées; ils appellent cela : faire le bain, et ce n'est qu'ensuite qu'ils entrent pour les couleurs franches.

Elles ne conviennent pas à la préparation de certains bains de mordançage, car elles précipitent les sels d'alumine, de fer, etc., réduisent les bichromates à l'état de chromates moins actifs, neutralisent une partie du tartre qui est un sel acide; elles occasionnent une perte de ces produits.

Quand elles contiennent des combinaisons de fer naturelles ou accidentelles, le fer est précipité au blanchiment par le carbonate de soude et cause des taches. Il rabat les couleurs en teinture, de sorte qu'il serait tout à fait impossible d'avoir des couleurs franches, lors même qu'il n'existerait qu'une très petite quantité de fer dans le bain de mordançage ou dans celui de teinture. Cet effet, particulièrement sensible avec les couleurs à mordant, l'est beaucoup moins avec les différentes matières colorantes acides.

Enfin, quand les eaux renferment des matières en suspension, elles s'opposent également à l'obtention de couleurs franches et particulièrement à l'obtention de beaux blancs.

Cependant il y a quelques cas où la présence de combinaisons calcaires ou magnésiennes est utile, par exemple dans la teinture avec l'alizarine sur mordant d'alumine ou de fer, avec le campêche, avec la gaude; après mordançage en sel d'alumine, de fer, d'étain pour fixer le mordant, surtout quand il s'agit de soie chargée; pour rincer sur soie alunée. Les eaux ferrugineuses de leur côté conviennent pour couleurs rabattues. Mais ce ne sont là que des cas tout à fait particuliers.

En thèse générale, les eaux calcaires sont nuisibles, comme nous l'avons vu. Non seulement le producteur de vapeur a intérêt à avoir des eaux douces, mais encore le teinturier dans la plupart des cas, l'imprimeur sur tissus, l'apprêteur, ainsi que le peigneur de laines. L'emploi des eaux calcaires au désuintage rend le dégraissage plus difficile; et leur emploi au dégraissage et au lissage après ensimage, en dehors de la perte de savon, empoisse les fibres par suite de la formation de grumeaux de savons calcaires et est l'origine de nom-

breuses difficultés en teinture (irrégularités, taches) et en apprêt (piqûres, odeur). Comptons en outre la perte de mordants et celle de matières colorantes par les sels de chaux et de magnésie. Il importe donc beaucoup au teinturier de pouvoir disposer d'eau épurée.

De l'épuration des eaux industrielles. — Les eaux que le teinturier a à sa disposition sont le plus souvent les eaux du cours d'eau voisin, c'est-à-dire des eaux calcaires. A Rouen, les eaux de la Seine marquent 18° hydrotimétriques, et celles du Rhône à Lyon 16°. Certaines villes n'ont pas reculé devant de très gros sacrifices pour mettre à la disposition des teinturiers des eaux meilleures; telles, en France, Saint-Chamont et Saint-Étienne, le groupe de Roubaix et Tourcoing, qui a dépensé cinq millions; et en Belgique, Verviers, qui a dépensé dix millions.

Quand le teinturier ne dispose que d'eaux dures, il doit songer à les adoucir et à combattre leurs effets nuisibles.

Les moyens physiques sont généralement impuissants à lui permettre cette épuration d'une façon pratique. La filtration à travers le sable, le gravier, les éponges, l'amiante, les tontisses de laine, ou au moyen de filtre-presses ne peut jamais que séparer les matières en suspension, et n'a pas d'action sur les matières dissoutes : elle n'est utilisable que si les premières sont seules en jeu. La filtration sur le noir animal absorbe bien les substances minérales, mais entraînerait des frais énormes pour les industries qui ont à traiter de grands volumes d'eau. L'ébullition, qui précipite les bicarbonates, serait, ainsi que la distillation, un moyen trop dispendieux. Quant à utiliser les eaux provenant de la condensation des vapeurs de la machine productrice de vapeur, comme elles entraînent fréquemment des matières grasses et des traces de fer ou de mastic qui occasionneraient des taches en teinture, on les réserve plutôt à l'alimentation de la chaudière.

L'épuration reposant sur l'emploi de substances chimiques est la seule à conseiller.

Les teinturiers la réalisent eux-mêmes ([1]), lorsqu'ils n'ont

([1]) *Voir* tome I, p. 13 et 39.

pas d'eau douce, en corrigeant leurs eaux dans chaque cuve isolée par certaines pratiques, soit qu'ils ajoutent de l'alun, du tartre, du carbonate de soude, ou du savon, et qu'après avoir porté au bouillon ils écument; soit qu'ils ajoutent un peu d'acide sulfurique ou chlorhydrique, procédé qui peut être avantageux pour certaines teintures, mais serait nuisible pour d'autres, et en tous cas n'empêcherait pas la précipitation du savon; soit qu'ils fassent le bain, comme nous l'avons vu page 16, ce qui représente un procédé bien arriéré.

Avec toutes ces substances, le teinturier n'opère que d'une façon empirique, sans s'occuper de dosages rigoureux, sans savoir s'il reste en deçà de la limite voulue, ou s'il la dépasse.

L'épuration des eaux doit être poursuivie par des moyens rationnels et méthodiques.

Épuration chimique. — Les substances qui ont été proposées jusqu'à ce jour pour réaliser la correction et l'épuration chimiques des eaux sont nombreuses. Pour remplir leur objet, elles doivent être efficaces, c'est-à-dire éliminer aussi bien les sulfates (dureté permanente) que les carbonates (dureté transitoire) de chaux et de magnésie, ne pas coûter trop cher et ne pas introduire dans l'eau épurée de nouvelles substances nuisibles en teinture.

L'acide chlorhydrique transforme les carbonates en chlorures, mais le chlorure de calcium précipite tout aussi bien le savon que le carbonate; l'acide chlorhydrique n'a pas d'action sur les sulfates de chaux et de magnésie qui lui échappent. L'acide sulfurique précipite les carbonates à l'état de sulfates; mais les sulfates préexistants restent en solution. L'emploi de ces acides est d'ailleurs délicat, par crainte d'en introduire un excès nuisible. On a proposé d'employer un mélange d'acide chlorhydrique et de carbonate de baryte, celui-ci destiné à neutraliser l'acide en excès et à précipiter les sulfates de chaux et de magnésie. Mais ce précipité se forme très lentement; il est difficile à éliminer, à cause de sa ténuité et de son pouvoir adhérent; enfin le réactif coûte cher. On peut adresser le même reproche au procédé basé sur l'emploi du carbonate de baryte seul (Wurtz), de la baryte caustique, de la magnésie hydratée (Bohling et Heyne); ces deux der-

nières substances ont en outre le grave inconvénient de laisser en dissolution dans l'eau la chaux à laquelle elles se sont substituées.

Les oxalates alcalins conviendraient merveilleusement, puisqu'ils précipitent en même temps et la base des carbonates et celle des sulfates, mais ils coûtent aussi trop cher.

Le chlorure de calcium (Kuhlmann) a les mêmes inconvénients que l'acide chlorhydrique.

Le carbonate de soude (Kuhlmann 1840, Runge 1846, Frésénius 1856) employé seul n'a d'influence que sur le sulfate de chaux, c'est-à-dire sur la dureté permanente. Le silicate de soude a été également proposé (1856 Van den Corput). Le holland compound de Buffet et Worsmann est un mélange de silicate et de carbonate de soude.

La chaux est la substance la plus communément employée; elle possède l'avantage de ne pas coûter cher et de n'introduire aucun sel en dissolution.

Lorsqu'on ajoute une dissolution (ou eau) de chaux ([1]) à de l'eau contenant des bicarbonates, la chaux se combine avec l'acide en excès, et tout se précipite à l'état de carbonate neutre, aussi bien la chaux qui existait auparavant à l'état de bicarbonate que celle que l'on a ajoutée.

Les réactions se passent comme suit :

Bicarbonate plus chaux donnent carbonate de chaux plus eau, ou en notation chimique :

$$(CO^3)^2CaH^2 + Ca(OH)^2 = 2CO^3Ca + 2H^2O.$$

Le carbonate se dépose.

Ce procédé, dû à Thomas Henry de Manchester, mais qui porte le nom du Dr Clark (1841), est couramment employé aujourd'hui lorsqu'il ne s'agit que d'éliminer les bicarbonates nuisibles. Il a l'inconvénient de ne pas agir sur les sulfates de chaux et de magnésie. Mais en ajoutant, à l'eau de chaux, du carbonate de soude ou de la soude caustique, on précipite aussi le sulfate de chaux, et c'est là le procédé rationnel par excellence, qui repose sur l'emploi de deux

([1]) Il ne faut pas prendre le lait de chaux qui introduirait de la chaux en excès.

substances, l'une la chaux précipitant les bicarbonates nuisibles sans introduire aucun sel en dissolution, l'autre le carbonate de soude précipitant les sulfates nuisibles en n'introduisant que du sulfate de soude sans action sur le savon et sur les teintures.

La méthode du Dr E. de Haen, basée sur l'emploi d'un mélange de chaux et de chlorure de baryum, est très employée en Allemagne pour les eaux d'alimentation des chaudières. Il se forme du sulfate de baryte qui se précipite et du chlorure de calcium sans action sur les tôles. Il ne faut pas qu'il puisse se former du chlorure de magnésium qui attaquerait la tôle. Comme le chlorure de calcium résultant précipite aussi le savon, ce procédé convient moins pour les eaux des teinturiers.

Enfin, la précipitation des matières organiques ou des matières en suspension qui peuvent se trouver dans l'eau s'effectuera, pour les matières organiques, en ajoutant des sels de fer ou du permanganate de potasse, pour les matières en suspension, en laissant reposer, ou en filtrant, ou en ajoutant de l'argile ou de l'alun. C'est le motif pour lequel le produit dont on se sert pour l'épuration de certaines eaux est formé d'un mélange de chaux, de carbonate de soude et d'alun.

Épuration au moyen d'un mélange de chaux et de carbonate de soude. — Ce procédé est celui qui est le plus employé et je viens d'en expliquer les avantages. Il a un inconvénient, fort sérieux en pratique : le précipité formé de carbonate de chaux se dépose avec une grande lenteur; il faut au moins 24 heures pour que tout le précipité soit déposé. On hâte ce dépôt en mettant d'abord toute la quantité de chaux en présence des trois quarts d'eau à traiter et n'ajoutant le dernier quart qu'après que la plus grande partie du précipité s'est déposée.

Pour effectuer ce dépôt, et quand on peut disposer d'un vaste terrain, le plus simple est d'établir deux ou trois grands bassins, fonctionnant alternativement, l'un contenant l'eau épurée et se vidant, l'autre renfermant le mélange de l'eau à épurer et du réactif et étant laissé en repos un ou deux jours jusqu'à dépôt complet du précipité.

Le plus simple de ces dispositifs est le suivant. Deux

citernes sont remplies à tour de rôle, au moyen de vannes, de l'eau à épurer. Une cuve placée entre ces deux citernes renferme le réactif. Lorsque l'eau d'une des citernes a été traitée et s'est clarifiée par repos, on y puise l'eau, par l'intermédiaire de tuyaux à flotteurs, de façon à la prendre toujours à la surface. Pendant ce temps, on traite une nouvelle quantité d'eau dans la seconde citerne.

Lorsqu'on dispose d'un espace suffisant, les réservoirs d'eau peuvent prendre des proportions assez grandes, et renfermer de 20^{mc} à 50^{mc} d'eau.

Dans l'appareil Porter and Sons, un premier réservoir est destiné à la préparation des réactifs; un second sert dans sa première partie de mélangeur, et dans la seconde de filtre : le liquide y subit la filtration sur des cloisons formées de nattes en fibre de coco recouvertes d'un tissu serré de coton. L'eau épurée se rend dans un dernier réservoir où on la puise pour l'usage.

Un système très digne d'intérêt est celui de MM. Archbutt et Deeley, construit par la maison Mather et Platt, de Manchester.

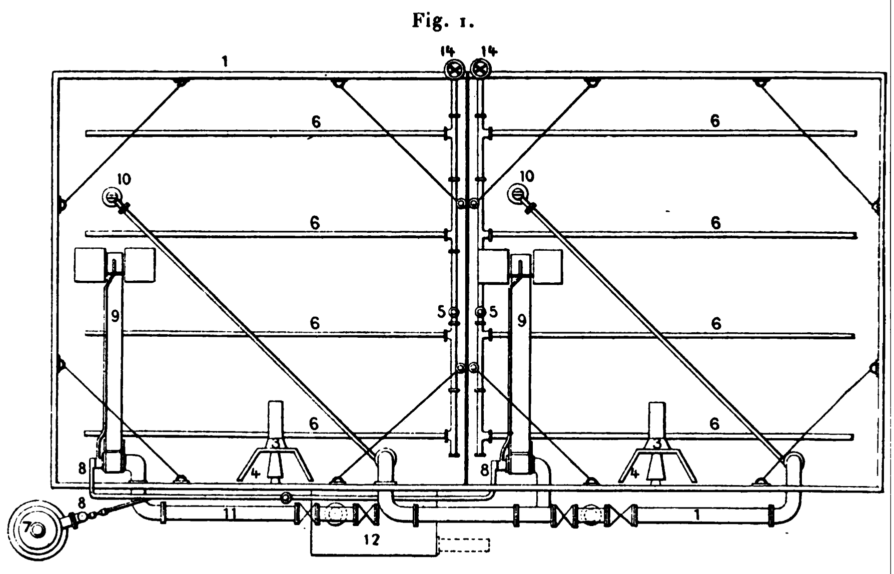
Un réservoir en fonte, d'environ 10^{m} de long sur 5^{m} de large et 3^{m} de hauteur, est divisé en deux compartiments A et B, servant chacun leur tour, de manière à ménager toujours une réserve d'eau épurée. Le réactif est préparé dans un petit réservoir spécial. Un injecteur à vapeur fait arriver l'eau à traiter, en même temps que le réactif, dans l'un des compartiments A ou B; le courant violent, qui est ainsi déterminé, assure le mélange énergique de tout le liquide dès son arrivée dans le réservoir. La réaction s'opère. Pour hâter le dépôt du carbonate de chaux résultant, MM. Archbutt et Deeley font appel à un artifice : ils forcent, par un courant d'air, le dépôt d'une opération précédente à remonter dans toute la masse du liquide, et d'après eux, les molécules de ce dépôt antérieur, étant plus lourdes et plus grosses, amènent les molécules plus fines du précipité en train de se former à se réunir à elles. On laisse alors reposer. La clarification ne demande qu'une heure au plus pour atteindre jusqu'à la profondeur de $1^{m},50$ à 2^{m}. Un tuyau à flotteur permet la prise d'eau à la partie supérieure du réservoir. Quant au dépôt de

carbonate de chaux, il est enlevé successivement par des ouvertures de vidange, mais il faut toujours en laisser dans le réservoir la quantité nécessaire pour assurer la formation d'un précipité rapide, lors de l'opération subséquente.

L'eau épurée renferme en solution une petite quantité de chaux ou de magnésie. Afin d'éviter les inconvénients que ce faible résidu présente dans des cas spéciaux, l'eau rencontre à sa sortie un courant de gaz acide carbonique qui transforme la chaux en bicarbonate, lequel offre moins d'inconvénients.

Les *fig.* 1 et 2 représentent cet appareil. 1 est le tuyau

Fig. 1.

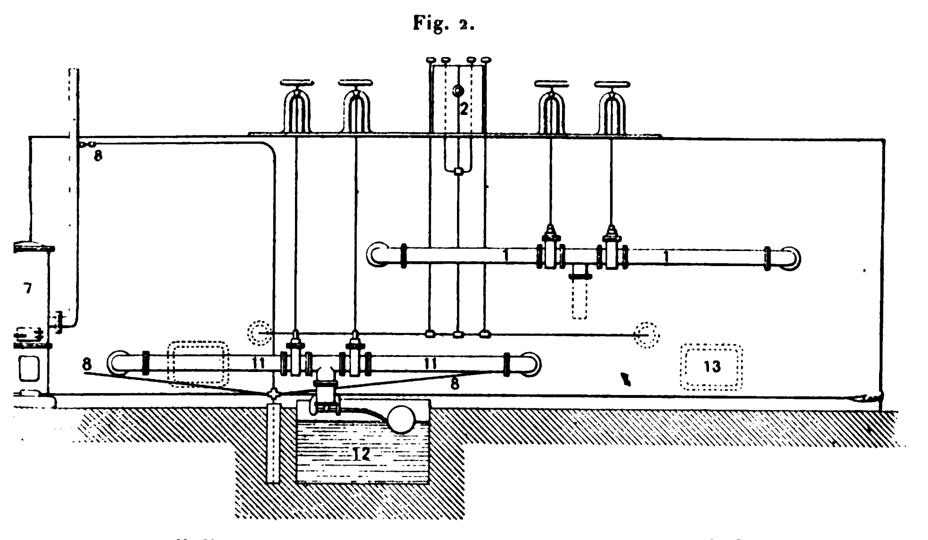


Appareil d'épuration de MM. Archbutt et Deeley (plan).

qui amène l'eau à épurer; 2 le réservoir préparateur de réactif; 3 et 4 l'injecteur et la nochère où se fait le mélange de l'eau et des réactifs; 5 et 6 le souffleur d'air pour soulever le dépôt; 7 le poêle qui fournit l'acide carbonique; 8 le tuyau qui amène ce gaz; 9 le tuyau de prise d'eau; 11 un tuyau de vidange; 12 le réservoir d'eau épurée; 13 l'orifice de vidange pour le dépôt. Un appareil de ce genre peut produire de 20^{mc} à 50^{mc} d'eau épurée par heure.

En France, lorsque la quantité d'eau est assez importante pour couvrir les premiers frais d'établissement, et que l'espace se trouve limité, on emploie le plus souvent des appareils de volume réduit et à circulation continue, où le précipité est amené à se déposer par un artifice quelconque. La filtration seule sur laines, ou éponges, etc., a été proposée, mais n'est guère passée dans la pratique française, car dans

Fig. 2.



Appareil d'épuration de MM. Archbutt et Deeley (section verticale).

les appareils les filtres s'encrassent trop vite et leur nettoyage entraîne de grandes difficultés et de gros ennuis. La nécessité de ce nettoyage a mis également obstacle jusqu'à ce jour à l'emploi des filtres-presses pour le filtrage des eaux, malgré tous les avantages qu'ils présenteraient d'autre part.

Laissant de côté la filtration seule, au moins dans les conditions actuelles, les inventeurs ont cherché à réaliser une *décantation continue*. C'est là le principe qui a inspiré un certain nombre d'appareils dont je vais décrire les principaux à cause de leur vulgarisation parmi les industriels français.

Appareils à décantation continue. — Le principe de la

décantation continue consiste à hâter le dépôt du carbonate de chaux précipité, en disposant dans l'appareil décanteur de nombreux diaphragmes de façon à le fractionner en une série de tranches minces, à multiplier ainsi les surfaces de contact et à rapprocher les lieux de dépôt des particules solides. Le dépôt se fait donc en un espace de temps qui dépend du nombre de cloisons et de leur disposition. Il faut, bien entendu, que les diaphragmes soient agencés de telle sorte que ce dépôt ne soit jamais repris par l'eau et qu'on puisse l'évacuer aisément. L'eau circule dans ces appareils de bas en haut et s'écoule épurée par le haut.

Ces appareils à décantation continue peuvent d'ailleurs être rectangulaires ou cylindriques, verticaux ou horizontaux, à préparation manuelle ou automatique du réactif. Ils comprennent généralement trois parties :

1° Une ou plusieurs boîtes à réactif, avec *distributeur;*

2° Une *chambre à réaction,* où le réactif agit sur l'eau et où se forme le précipité de carbonate de chaux;

3° Un *décanteur,* où s'effectue la séparation du précipité et de l'eau épurée.

Fort utilement pour le consommateur, sont adjoints le plus souvent à la boîte à réactif un distributeur et un mélangeur automatiques, de façon que la surveillance et la main-d'œuvre soient réduites au minimum.

Les principaux systèmes basés sur la décantation continue sont par ordre chronologique le système Gaillet et Huet (1882), le système Maignen (1884), le système Howatson (1885), le système Desrumaux (1888), et enfin le système Dervaux (1888) et le système Marié-Davy (1888) [1].

Bien qu'aucun d'entre eux ne soit absolument parfait, les résultats pratiques qui découlent de leurs services sont cependant assez importants pour fixer l'attention de tous les teinturiers.

Je dois faire remarquer, enfin, que pour diverses causes, entre autres, probablement une question de masse relative entre les substances qui réagissent mutuellement, aucun sys-

(1) Les dates indiquées sont celles des premiers brevets. La plupart de ces systèmes ont été l'objet d'améliorations subséquentes.

tème ne permet d'obtenir de l'eau absolument épurée. Une eau marquant 30° hydrotimétriques pourra être ramenée à 6° ou 5°, mais généralement pas au-dessous. En particulier, quand l'eau renferme des sels de magnésie, que les réactions épuratrices transforment en carbonate, comme celui-ci est soluble dans l'eau à froid, le titre de l'eau épurée reste relativement élevé. Même en l'absence de sels magnésiens, la solubilité du carbonate de chaux, c'est-à-dire du précipité lui-même, empêche de descendre au-dessous de 3° à 4°. Il appartient au teinturier de se rendre compte si sa consommation d'eau journalière et le degré de purification auquel il peut atteindre sont assez importants pour couvrir des frais de premier établissement, toujours un peu élevés. Quant au prix du réactif, qui ne dépasse guère quelques centimes par mètre cube d'eau à épurer, on peut n'en tenir qu'un moindre compte, sans cependant le négliger.

Je passe maintenant à la description de ces divers appareils.

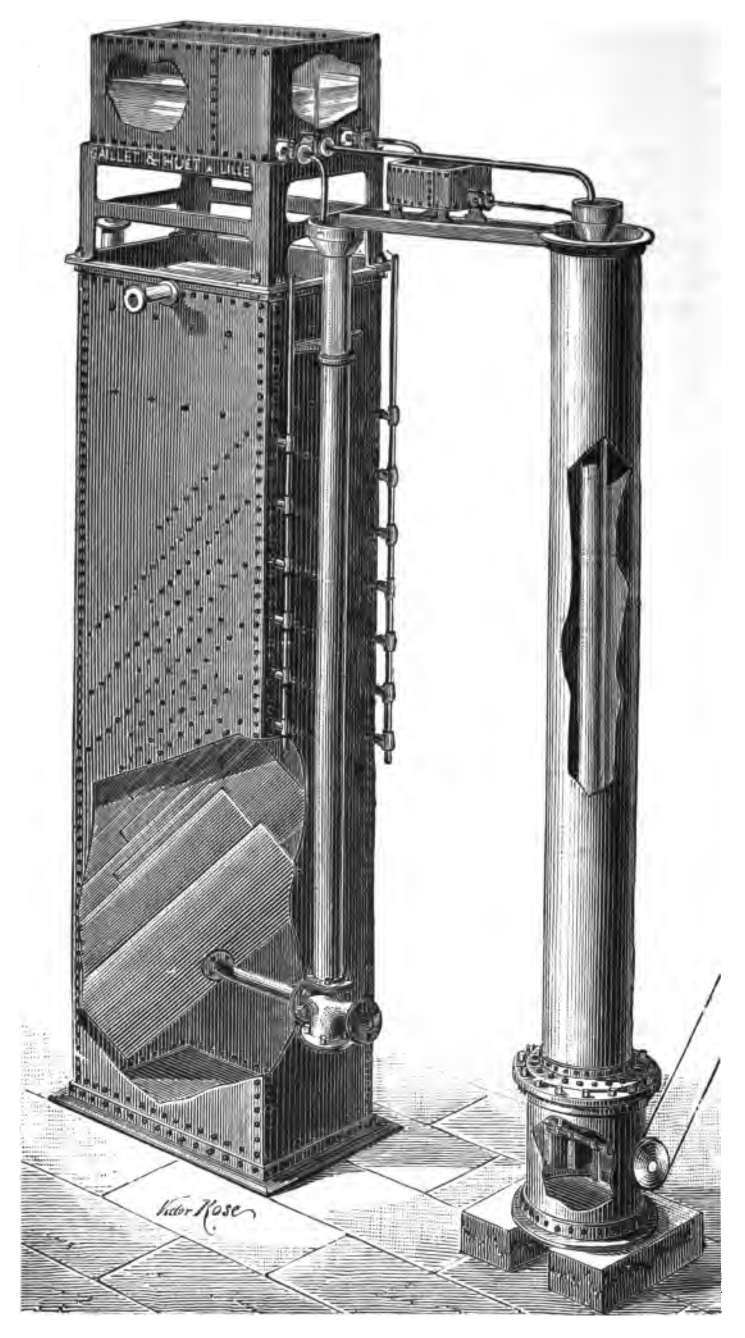
Appareils de MM. Gaillet et Huet. — MM. Gaillet et Huet, après avoir construit les appareils Béranger et Stingl, ont été amenés à imaginer le système suivant, bien supérieur.

Dans le système Bérenger et Stingl, l'eau à décanter venait frapper le fond d'un petit vase conique disposé au bas d'un cylindre décanteur. Le liquide éprouvait ainsi un choc et un changement de direction; sa vitesse était diminuée, et les matières en suspension, plus lourdes que l'eau, tendaient à se séparer du liquide et à se déposer au fond. Mais, malgré l'emploi de série de 6 et 8 vases décanteurs, dont le volume augmentait successivement pour réduire proportionnellement la vitesse du liquide, la séparation du précipité n'était suffisante qu'à condition d'ajouter à la suite des appareils un filtre.

Dans le système Pichler et Sedlaeck, inspiré de l'appareil précédent, tous les vases décanteurs étaient disposés concentriquement, ce qui rendait l'installation moins encombrante.

L'épurateur vertical de MM. Gaillet et Huet (*fig.* 3) a été, à vrai dire, le premier appareil lancé dans la pratique industrielle. Je vais décrire successivement la préparation du réactif, le mélange de l'eau à épurer avec le réactif et la décantation du précipité résultant.

Fig. 3.



Épurateur vertical de MM. Gaillet et Huet.

1° Préparation du réactif.

L'appareil de préparation automatique comprend « un barillet cylindrique muni d'un arbre à palettes, commandé de l'extérieur par une petite poulie à gorge et une corde. Ce barillet, placé sur le sol, à côté de l'appareil à décantation, est surmonté d'un tube cylindrique dépassant de quelques centimètres la partie supérieure de l'épurateur. Dans l'axe de ce tube, en est placé un autre débouchant à la partie inférieure, près de l'axe de l'agitateur, et terminé en haut par une cuvette à fond conique dans laquelle se trouve un faux fond perforé. On place dans cette cuvette la chaux nécessaire pour la préparation du réactif. Le niveau du liquide dépassant toujours de quelques centimètres le fond perforé, la chaux se dissout rapidement dans l'eau, à la dose d'un gramme environ par litre, d'une façon régulière et constante. L'eau nécessaire à cette dissolution arrive dans le tube central, descend jusqu'à l'agitateur, et, après s'être chargée à saturation de chaux, remonte en s'éclaircissant, pour se déverser dans l'épurateur. Pour l'addition de la solution de carbonate de soude ou de soude caustique, MM. Gaillet et Huet se servaient de deux vases de Mariotte conjugués et fonctionnant automatiquement par la pression de l'eau : ils étaient ménagés dans la partie inférieure de l'épurateur.

L'eau à épurer arrive dans une bâche, reposant sur l'épurateur. Cette bâche est munie de trois robinets : l'un qui déverse l'eau dans l'entonnoir de l'épurateur, un second qui alimente le préparateur d'eau de chaux, un troisième qui alimente le réservoir de soude. La proportionnalité des trois débits était assurée en établissant dans un rapport voulu les sections des trois robinets d'alimentation.

2° Le mélange.

Le mélange de l'eau à épurer avec le réactif ainsi préparé et distribué se fait dans le décanteur lui-même.

3° La décantation.

Le décanteur constitue la partie originale de cet appareil. Il se compose d'une caisse rectangulaire, divisée suivant la hauteur en 15 tranches par 15 diaphragmes inclinés à 45° et rivés alternativement sur les deux faces opposées de l'appareil. L'un des deux bords de ces diaphragmes, tantôt le supérieur,

tantôt l'inférieur, reste donc isolé de la paroi du décanteur.

L'eau à épurer arrive par un gros tuyau latéral en bas de l'appareil. Elle monte sur le premier diaphragme, redescend sur le second, remonte sur le troisième et ainsi de suite. Les particules solides se déposent à la partie supérieure des diaphragmes, glissent le long des pentes et viennent se rassembler dans l'angle inférieur des compartiments formés par ces diaphragmes et par les parois de l'appareil. Des robinets de purge permettent d'évacuer les dépôts.

La disposition des diaphragmes repose sur le raisonnement suivant. La séparation des particules solides, qui se trouvent en suspension dans un liquide, doit se faire d'autant plus aisément qu'elles ont moins d'espace à parcourir pour être séparées du liquide et pour se déposer sur les surfaces de décantation. En multipliant les surfaces de dépôt, on multiplie proportionnellement la rapidité de la décantation. Pour assurer la clarification parfaite d'un liquide trouble dans un vase d'un petit volume eu égard au volume du liquide à clarifier, il faut donc diviser le liquide en tranches aussi minces que l'on peut pratiquement le faire et multiplier autant que possible les surfaces de dépôt.

Épurateur horizontal de M. Gaillet. — Lorsqu'on dispose d'une grande place sur le sol, un type horizontal pourra être adopté avec profit, parce que l'appareil laisse voir la circulation de l'eau à sa partie supérieure et rend plus facile le nettoyage des cloisons. La *fig.* 4 donne une vue de cet épurateur horizontal.

La préparation du réactif est différente de celle décrite pour l'épurateur vertical. Elle se fait d'une façon intermittente au moyen de bacs placés au-dessus de l'épurateur. Ces bacs sont munis d'un clapet de vidange et d'un robinet d'écoulement commandé par un flotteur. Le réactif s'écoule dans un bac régulateur où le niveau est maintenu constant par un flotteur, commandant également un clapet. L'eau à épurer arrive également dans un bac régulateur. La préparation automatique de l'eau de chaux peut se faire également au moyen d'un dispositif analogue à celui que j'ai

décrit pour l'épurateur vertical et dont le schéma est donné par la *fig.* 5.

Les diaphragmes sont inclinés à 45° sur l'horizontale ; mais le fond de l appareil offre une section inférieure triangulaire



Fig. 4.

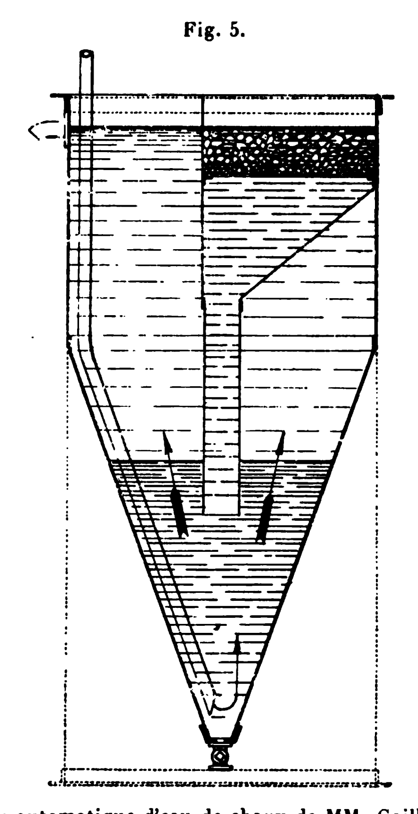
Épurateur horizontal de M. Gaillet.

destinée à recueillir les dépôts. Le décanteur est terminé par un filtre que l'on aperçoit sur la gauche de la *fig.* 4 ; il permet à certains moments de forcer le débit de l'appareil. Les diaphragmes doivent être bien étanches si l'on veut que la circulation se fasse alternativement au-dessous et au-dessus. Dans le cas contraire, en même temps que la circulation est mo-

difiée, la vitesse se trouve amoindrie, d'une façon parfois heureuse (Brevet de 1889).

Un flotteur, placé sur l'eau épurée à sa sortie du filtre, rendra automatiques la mise en marche et l'arrêt de l'appareil.

Fig. 5.



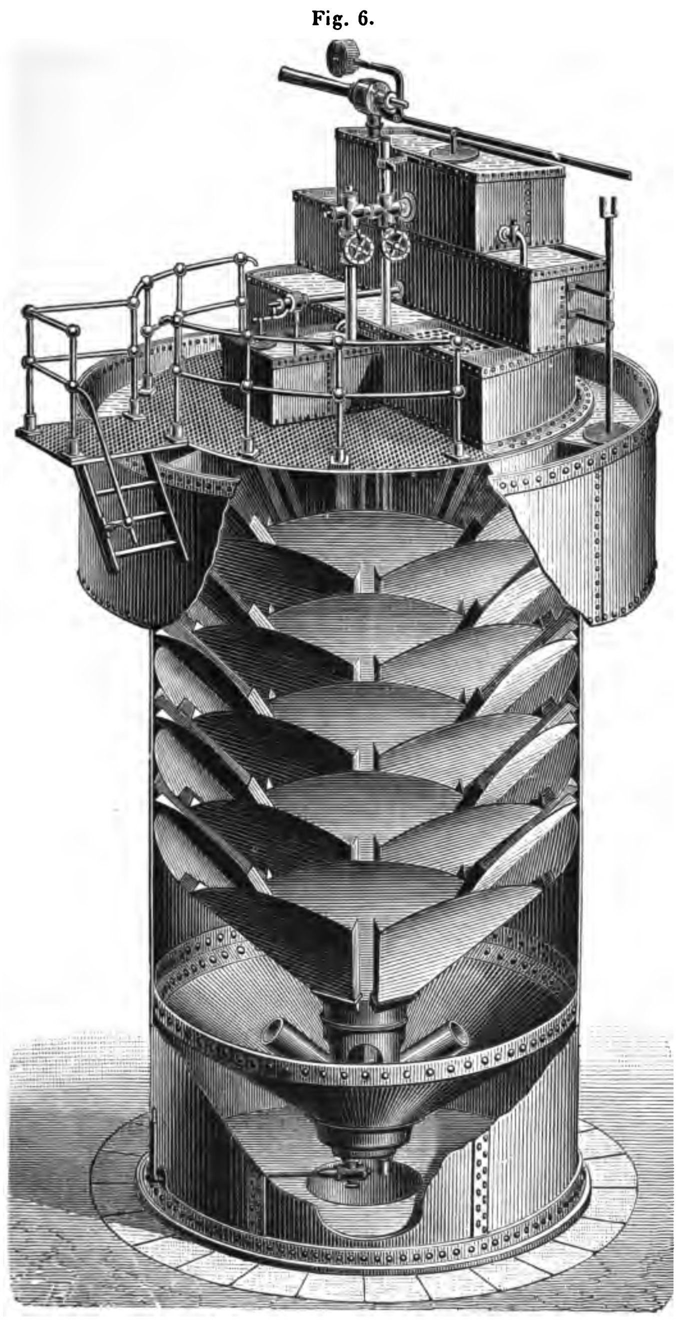
Préparateur automatique d'eau de chaux de MM. Gaillet et Huet.

Épurateur cylindrique, système Paul Gaillet. — Ce type a été substitué aux deux précédents, car il est plus économique. La *fig.* 6 en donne la coupe.

Il se compose d'un récipient cylindrique disposé verticalement et terminé par un fond conique muni d'un orifice de vidange.

Le préparateur de réactif est généralement posé au-dessus

Fig. 6.



Épurateur cylindrique, système Paul Gaillet (modèle de 1889).

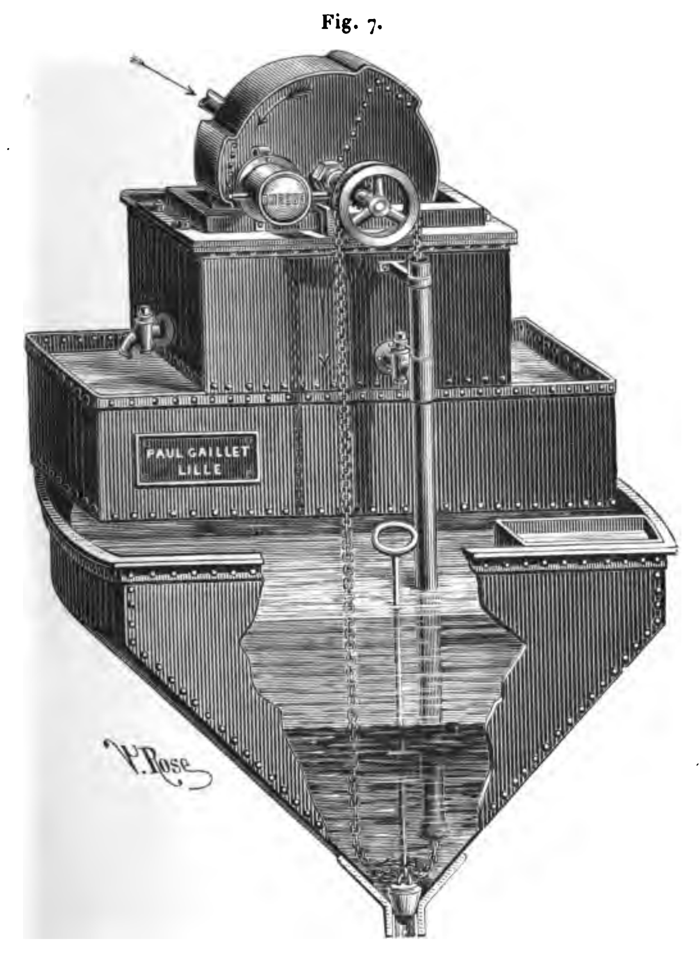
de ce cylindre; son fond, qui est conique, entre dans l'appareil. L'alimentation en chaux se fait par une cuvette à fond perforé comme dans le préparateur *fig.* 5 : le courant d'eau arrive par un tube descendant jusqu'au fond conique, et cette disposition force la bouillie de chaux à descendre continuellement à la rencontre du courant d'eau et facilite ainsi sa saturation. L'eau saturée remonte en haut du préparateur et s'écoule dans l'épurateur par un orifice de déversement. Un robinet de purge permet d'évacuer les dépôts qui se forment dans ce préparateur. Pour empêcher l'obstruction du tube adducteur d'eau, une chaîne sans fin traverse en sens inverse du mouvement de l'eau le tube qui l'amène (*fig.* 7). L'effort que nécessite le mouvement de la chaîne est négligeable, surtout si l'on mesure l'eau qui passe dans l'appareil au moyen d'un compteur : on donnera en même temps le mouvement au compteur et à la chaîne, comme le montre la figure. Le compteur recommandé par M. P. Gaillet est un compteur à tambour Siemens; le tambour est divisé en trois compartiments égaux, construits de telle façon qu'il faut absolument que chaque compartiment se remplisse avant que l'eau pénètre dans le suivant. Il s'ensuit que chaque tour du tambour correspond à un volume d'eau exactement déterminé et qu'il suffit de noter le nombre de tours du tambour pour avoir la notion exacte du volume d'eau débité.

Les autres réactifs que la chaux se trouvent dans des réservoirs placés sur l'épurateur et munis de régulateurs automatiques. Un bac distributeur assure la proportionnalité des débits de l'eau et du réactif.

Le cylindre de la *fig.* 6 constitue le décanteur. Les diaphragmes sur lesquels doit se former le dépôt sont triangulaires; ils s'emboîtent par leur extrémité angulaire dans un tube central où se rendent les dépôts; ils s'appuient par l'autre extrémité contre la paroi du cylindre dont, grâce à leur coupe elliptique, ils épousent la forme. L'eau à clarifier arrive dans le fond du décanteur, s'élève par les tranchées du premier étage de diaphragme et est forcée par les parties pleines de l'étage supérieur à circuler au-dessus des surfaces de dépôt. Ces diaphragmes sont mobiles et se démontent aisément, afin de faciliter leur nettoyage.

Un filtre complète habituellement ces appareils. Il est formé par une couronne circulaire concentrique à l'intérieur ou à

Fig. 7.



Préparateur perfectionné de réactifs système Paul Gaillet.

l'extérieur de la paroi du décanteur, et il se compose au moins de deux parties qui peuvent être isolées à volonté. Enfin, l'appareil comprend encore un réservoir d'eau épurée; un flot-

teur commandant un clapet sert pour la mise en marche ou l'arrêt automatique de l'appareil.

Fig. 8.



Épurateur « compound » de M. P. Gaillet, modèle de 1893.

Dans une disposition toute récente, M. Paul Gaillet a perfectionné, d'une façon que je trouve heureuse, le régime de marche de ses épurateurs continus, en divisant l'épurateur en deux parties symétriques dans lesquelles l'eau circule

alternativement. L'eau arrive à l'appareil d'une manière continue; elle passe tantôt dans l'une de ces parties, tantôt dans l'autre, automatiquement et sans interruption, de sorte qu'on obtient à la sortie un débit continu d'eau épurée. Cette disposition nouvelle présente le grand avantage de réaliser la décantation par le repos absolu, qui en est la véritable base, et d'éviter, en conséquence, l'emploi de matières filtrantes. Le nouvel épurateur, dit *épurateur compound autorégulateur*, (*fig.* 8), comprend donc deux parties, divisées à leur tour en deux zones, l'une pour la réaction, l'autre pour la décantation; la dernière est partagée en tranches minces par des diaphragmes inclinés identiques à ceux décrits plus haut.

Je me suis étendu un peu longuement sur les appareils Gaillet, parce que je les ai pris comme types d'appareils à décantation continue; ce sont d'ailleurs les plus anciens des appareils vraiment pratiques, et l'épuration industrielle des eaux de teintureries par la décantation automatique et continue ne date que de leur apparition.

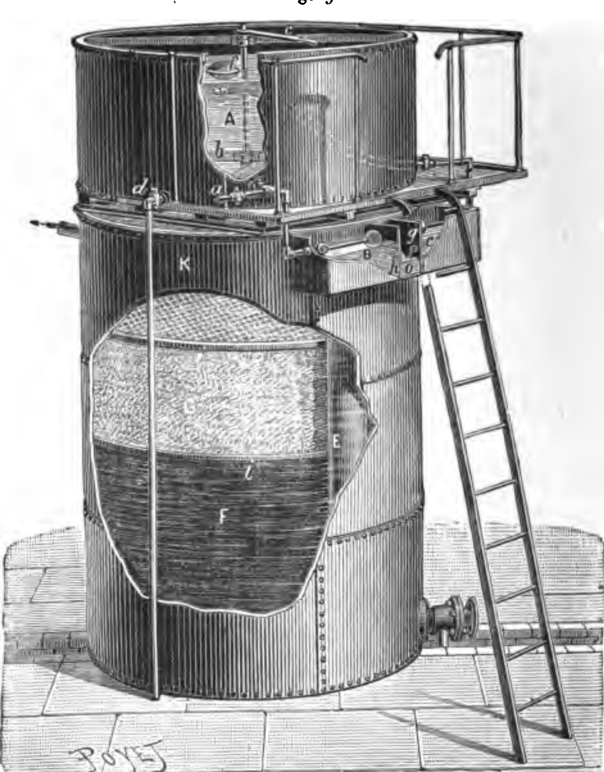
Appareil Howatson. — Dans l'épurateur Howatson à préparation automatique de réactif, le mélange de l'eau à épurer et de l'eau de chaux se fait en agitant l'eau de chaux et l'eau à épurer au moyen d'une roue à palettes dans un petit cylindre placé à côté de l'appareil et de même hauteur que celui-ci. Le liquide se rend ensuite dans un bac distributeur. Un flotteur qui suit les différences de niveau produites dans ce bac, où l'eau arrive continuellement par un siphon qui s'amorce et se désamorce automatiquement, commande l'arrivée de l'eau de chaux. L'eau du siphon se rend dans le décanteur.

Celui-ci comprend intérieurement un double fond perforé et une surface de décantation formée par la superposition de plusieurs troncs de cônes ouverts à leur partie supérieure.

Dans l'épurateur Howatson à préparation manuelle de réactif (*fig.* 9), il existe deux compartiments : le premier reçoit le mélange d'eau et de réactif à la sortie du bac régulateur; l'eau est ensuite conduite jusqu'au fond du décanteur pour de là remonter très lentement dans le second compartiment. Le décanteur est garni de lames en tôle inclinées au-dessus desquelles se trouve un lit de copeaux de bois. Dans

la figure qui représente cet appareil, A est le préparateur de réactif; B et C sont les vases jaugeurs de l'eau d'alimentation et du réactif; O est le mélangeur; E le compartiment où

Fig. 9.



Épurateur de M. Howatson à préparation manuelle de réactif.

s'opère la réaction chimique; F et G le vase de décantation surmonté du filtre en paille de bois G. Le robinet de vidange de l'appareil est en bas et à droite; le robinet de départ de l'eau épurée est à gauche et en haut de la figure.

Appareil Desrumaux. — L'appareil Desrumaux est représenté en vue (*fig.* 10) et en coupe (*fig.* 11).

La préparation de l'eau de chaux s'y fait automatiquement

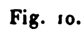
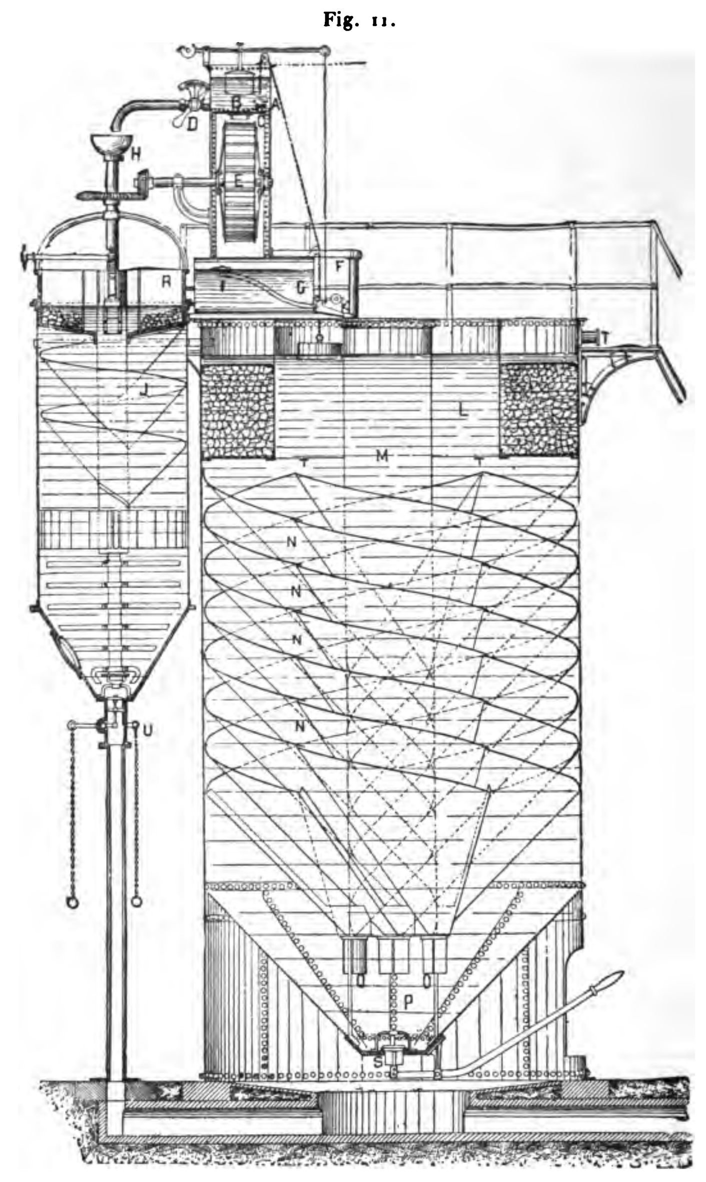


Fig. 10.

Appareil d'épuration de M. Desrumaux.

par un malaxage de la chaux, en utilisant la charge de l'eau

Fig. 11.

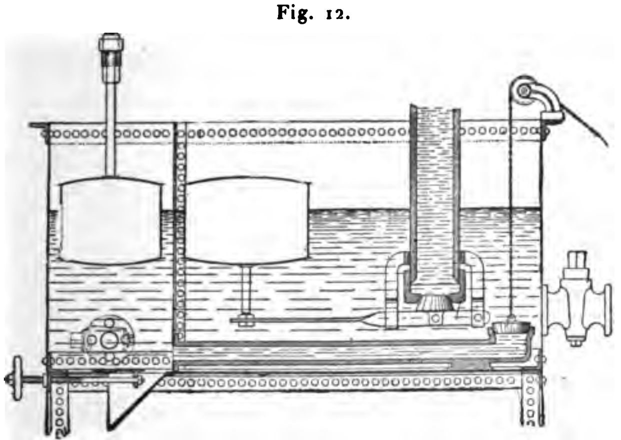


Appareil d'épuration de M. Desrumaux (coupe).

affluente pour faire tourner une petite roue à augets E et actionner ainsi un malaxeur à palettes qui brasse continuellement la chaux. Ce préparateur de réactif est représenté dans la *fig.* 11 à gauche du dessin. On met la chaux dans l'extincteur R; elle s'éteint d'elle-même et descend par un large conduit dans la caisse du malaxeur. L'eau nécessaire pour cette saturation se déverse en H, descend au bas du préparateur, se sature de chaux et remonte en se décantant sur une série de cloisons. L'eau saturée de chaux et les autres réactifs se déversent dans le tube intérieur M de l'appareil décanteur.

Les *fig.* 11 et 12 donnent le détail de l'alimentation de

Fig. 12.



Régulateur et distributeur d'eau, système Desrumaux.

l'épurateur. L'eau à épurer arrive dans un premier compartiment B, où son débit se trouve régularisé au moyen d'une soupape à flotteur qui maintient le liquide à niveau constant; ce compartiment régulateur communique avec un petit compartiment voisin, le distributeur, où le niveau demeure également constant. C'est sur ce distributeur que sont fixés la vanne C qui déverse l'eau sur la roue hydraulique à augets E et le robinet D qui alimente d'eau le préparateur d'eau de chaux J. Une soupape établissant la communication entre le compartiment régulateur et le compartiment distributeur est reliée à un flotteur placé sur le décanteur, qui commande

ainsi le mouvement de tout l'appareil. Un autre flotteur I placé dans le compartiment distributeur commande la distribution des réactifs autres que l'eau de chaux.

Le décanteur (*fig.* 11) se compose d'un cylindre vertical terminé par un fond conique portant une soupape de vidange. Une colonne cylindrique M forme colonne de réaction; c'est par là que l'eau et les réactifs sont introduits et descendent vers la partie inférieure de l'appareil. Autour de cette colonne s'enroulent des lames métalliques hélico-conoïdales N sur lesquelles se forment les dépôts; ceux-ci se réunissent en O, tombent en P et s'évacuent par la soupape de vidange S. Le décanteur est complété parfois à sa partie supérieure par un filtre de copeaux. L'eau épurée sort en haut de l'appareil par l'orifice T.

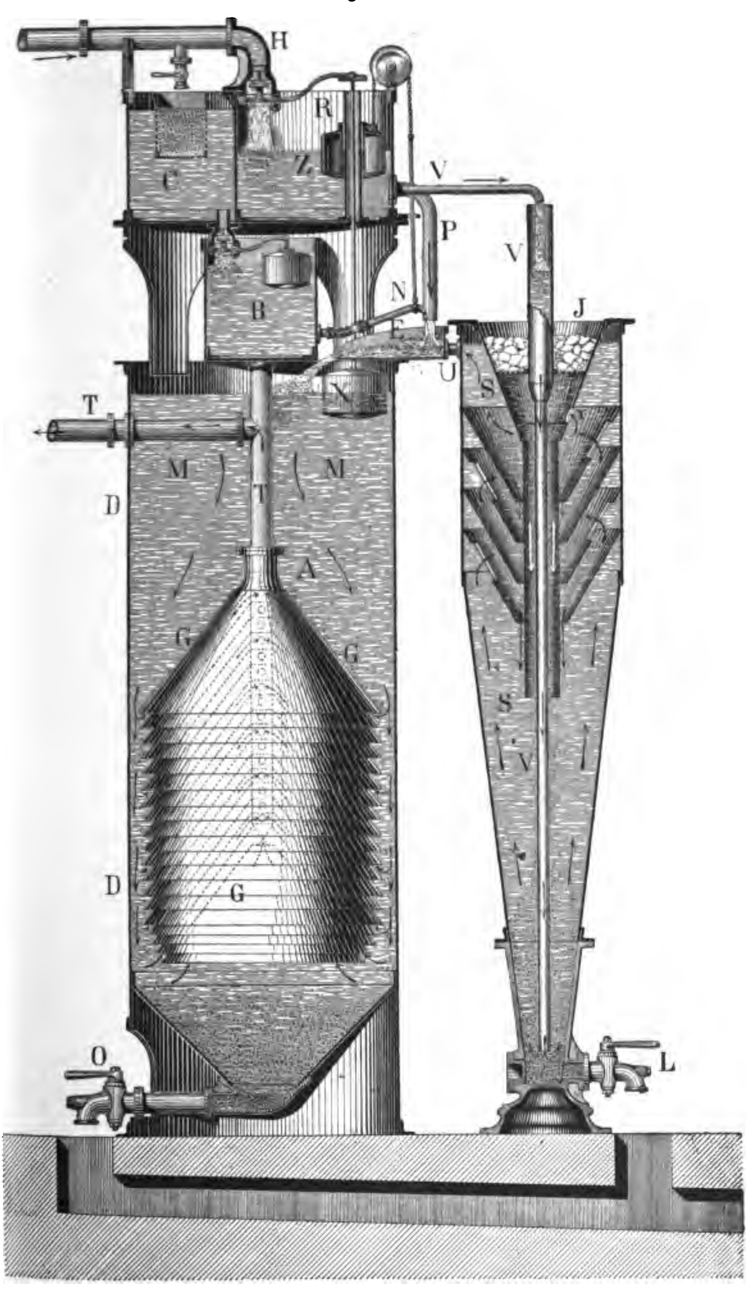
L'appareil de M. Desrumaux est caractérisé, comme on le voit, par son malaxeur automatique à arbre vertical pour la préparation de l'eau de chaux saturée, et par son décanteur à élimination automatique et continue des dépôts. C'est à son succès qu'est due la vulgarisation de la forme cylindrique pour les appareils à décantation continue. A ce point de vue, il se place chronologiquement avant l'épurateur cylindrique décrit page 30.

Appareil de M. Dervaux. — Dans l'auto-épurateur de M. Dervaux, une idée fort ingénieuse a fait adopter, pour la préparation de l'eau de chaux, un cône renversé à angle très aigu, selon la forme du cône que l'eau se creuse naturellement. L'eau arrive par le fond étroit du cône, délaye la chaux en remontant, la soulève à une certaine hauteur, et se sature complètement et d'une façon continue, sans qu'il y ait besoin de malaxage : il se produit par la seule action de l'eau un barbotage automatique.

Le mélange de l'eau à épurer et de l'eau de chaux saturée, ainsi que des autres réactifs, se rend au décanteur, descend à sa partie inférieure et monte ensuite lentement entre les compartiments de décantation formés de cônes renversés et superposés.

La *fig.* 13 donne la vue d'un appareil complet avec décanteur diviseur.

Fig. 13.



Épurateur automatique de M. Dervaux (modèle de 1891).

L'eau à épurer y arrive par la soupape H dans un réservoir distributeur R, d'où elle s'écoule en partie dans le décanteur D par le tuyau P. Une autre partie se rend par le tuyau V dans le cône préparateur d'eau de chaux S, qu'elle traverse, et revient saturée de chaux au décanteur par le tuyau U.

Le mélange de l'eau à épurer et de l'eau de chaux traverse le décanteur et l'eau épurée sort par le tuyau T. Un flotteur X placé dans le décanteur commande la soupape H; l'arrivée de l'eau brute est donc réglée d'après la consommation de l'eau épurée. Un autre flotteur Z, placé dans le distributeur, actionne également cette soupape, et le réservoir R ne peut jamais déborder.

Lorsque l'épuration exige, outre l'emploi de l'eau de chaux saturée, celui du carbonate de soude, on dissout dans un réservoir C la quantité de ce dernier réactif nécessaire pour une journée de marche. Ce réservoir C alimente, en y entretenant un niveau constant, un bac à flotteur B, et la dissolution s'en écoule par le tube mobile d'écoulement N, qui est relié par son extrémité libre, percée d'un orifice calibré, au flotteur Z du réservoir distributeur R. Les deux réservoirs B et R ont même hauteur; il en résulte que l'orifice du tube d'écoulement N suit les variations de niveau du réservoir R, en se maintenant sous le niveau constant du bac B, à une distance toujours égale à celle du niveau variable du réservoir R au-dessus des tuyaux P et V. En conséquence, les écoulements d'eau à épurer, d'eau de chaux, de soude, s'arrêtent en même temps lorsque le distributeur R cesse d'être alimenté, et ces écoulements ont toujours lieu sous la même charge, c'est-à-dire en proportions constantes, quelles que soient les variations du réservoir distributeur R d'eau brute à épurer, c'est-à-dire quelles que soient les variations de débit imposées à l'appareil d'après la consommation de l'eau épurée.

Le cône S figure le préparateur d'eau de chaux saturée, ou *Cône-saturateur Dervaux*. L'eau y afflue en bas par le tube V. On met la chaux dans le panier à fond perforé J immergé en haut du cône. Elle se fragmente peu à peu et tombe au fond du cône. Le fond étant suffisamment aigu, le courant de l'eau,

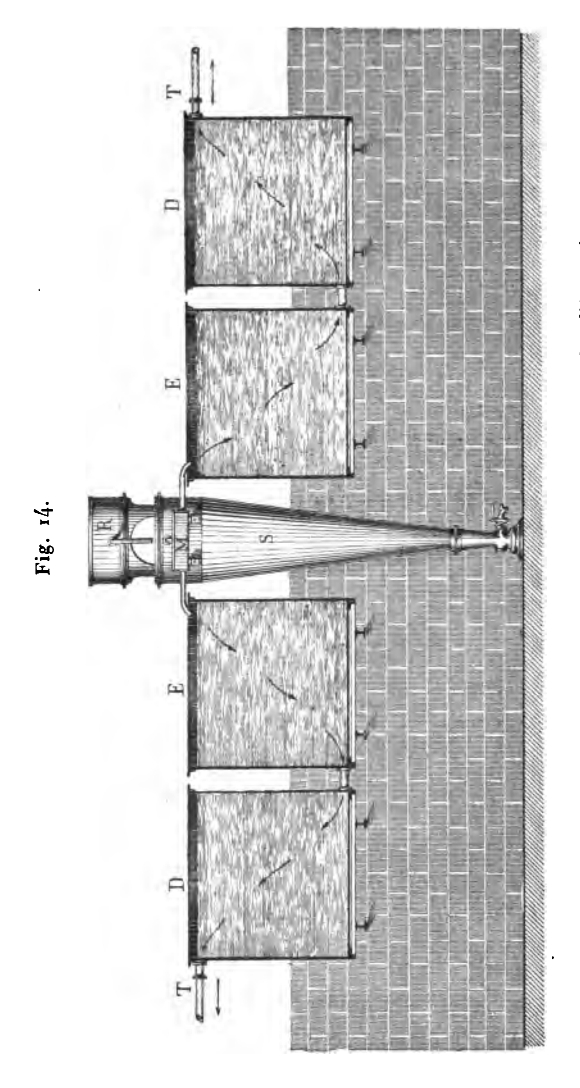
affluant par le tube V, y maintient la chaux en suspension à l'état de lait de chaux. Ce lait ainsi formé s'élève de plus en plus lentement du fond aigu vers la partie supérieure de plus en plus large du cône, où, grâce au ralentissement de la vitesse d'ascension, la chaux en suspension se sépare de l'eau et retombe vers le fond dans le courant d'eau qui la reprend jusqu'à épuisement. Ce cône préparateur d'eau de chaux est avantageusement muni de diaphragmes coniques facilitant la séparation de l'eau de chaux claire du précipité de carbonate de chaux qui se forme. Les résidus sont expulsés par le robinet de vidange L. L'eau de chaux sort par la tubulure supérieure U, claire et renfermant $1^{gr},23$ de chaux dissoute par litre.

Avant d'arriver au décanteur D, l'eau à épurer se mélange avec le réactif dans la chambre E. Ce mélange s'étale à la surface du décanteur dans la région M, descend lentement pour remonter lentement entre les cônes de décantation, en se fractionnant entre tous les compartiments : l'eau y dépose les matières en suspension et arrive claire aux orifices du tuyau collecteur T. Les dépôts glissent au fond du décanteur, d'où on les expulse par le robinet de vidange O. « Les précipités floconneux, qui se forment dès l'arrivée de l'eau brute et des réactifs à la surface du décanteur, traversent la masse descendante de l'eau, entraînant dans leur réseau les derniers précipités qui se forment jusqu'à la fin des réactions. L'eau, dont la décantation a été ainsi préparée, s'élève alors lentement entre les compartiments de décantation formés de cônes superposés, entre lesquels elle se divise en autant de petits courants ascensionnels qui n'ont à parcourir chacun, pendant toute la durée de la décantation, que la hauteur d'un seul cône. Grâce à cette division du courant, on réduit considérablement sa vitesse, ce qui permet aux matières en suspension de se déposer sur les parois des cônes, d'où elles dégringolent au fond du décanteur, et à l'eau d'arriver claire aux orifices A du tuyau collecteur de sortie T, sans qu'il soit besoin de recourir aux filtres. Les cônes de décantation et le tuyau collecteur sont démontables en quelques minutes. »

Le cône saturateur de M. Dervaux peut être appliqué à de

simples réservoirs d'épuration. La *fig.* 14 représente cette utilisation. L'eau à épurer venant du bac distributeur R, l'eau

Fig. 14.



Application du cône saturateur Dervaux aux réservoirs d'épuration.

de chaux produite par le cône saturateur S, et au besoin la

soude ou autres réactifs, se réunissent dans le bac mélangeur M entre les deux réservoirs E, E, à la surface desquels le liquide s'étale et dans lesquels il descend, tandis que, suivant le principe exposé plus haut, l'eau boueuse s'élève lentement en se décantant dans les deux autres réservoirs D, D, et arrive épurée et claire aux tubulures de sortie T. Des installations de ce genre fournissent jusqu'à 3000^{mc} d'eau épurée par jour.

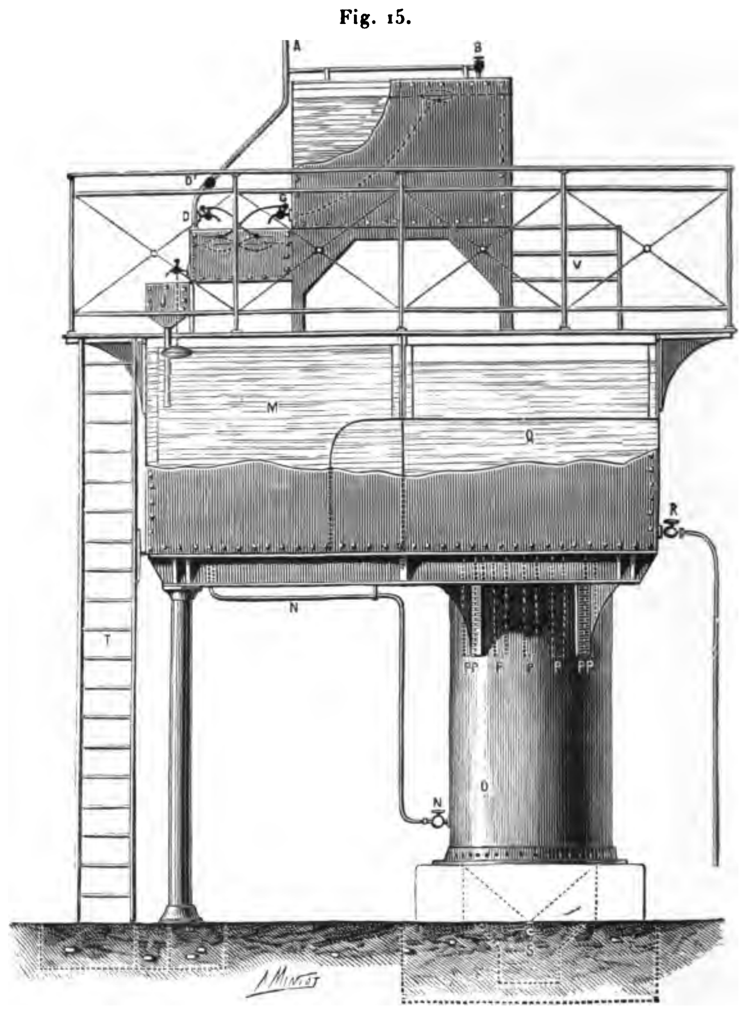
L'appareil épurateur de M. Dervaux est caractérisé d'une façon bien topique par l'absence de toute agitation mécanique pour réaliser la préparation de l'eau de chaux et sa saturation, et par l'absence de tout filtre pour aider à la décantation. Ce sont là deux points fort intéressants.

Appareil Marié-Davy. — Dans cet appareil, construit par M. Carré fils, il n'y a plus de chicanes ni de cloisons. L'eau circule lentement dans des réservoirs où la décantation commence; la clarification est terminée au moyen de filtres composés d'éléments cylindriques creux, recouverts d'un tissu minéral filtrant. Ces éléments sont indépendants les uns des autres; ils sont placés dans l'eau à filtrer et peuvent être facilement remplacés, même en marche.

La *fig.* 15 représente l'appareil Marié-Davy. A est l'arrivée d'eau à épurer, C les bacs à réactifs, J le mélangeur d'eau et de réactifs, M le réservoir où ce mélange stationne quelque temps, O le cylindre où se déposent les boues des éléments filtrants P; N le tuyau de communication entre M et O, Q le réservoir d'eau épurée et filtrée, R la prise d'eau, S la soupape de vidange. L'eau se déverse en B dans le bassin d'arrivée, et se mélange dans le bassin J avec tous les réactifs; la réaction s'établit dans le réservoir M. L'eau se rend ensuite par le tuyau N dans le réservoir cylindrique O, où les boues se déposent; elle traverse les éléments filtrants P et parvient, épurée, dans le réservoir Q. Cette disposition est fort intéressante, puisqu'elle supprime les surfaces de décantation en chicanes. Les débits des divers robinets sont rendus solidaires de celui de l'eau épurée au moyen de divers flotteurs, comme l'indique la figure. La partie filtrante se nettoie lorsqu'on ouvre la soupape S; la chasse de l'eau boueuse produit un appel d'eau

épurée à travers la partie filtrante qui suffit à la débarrasser des dépôts.

Fig. 15.

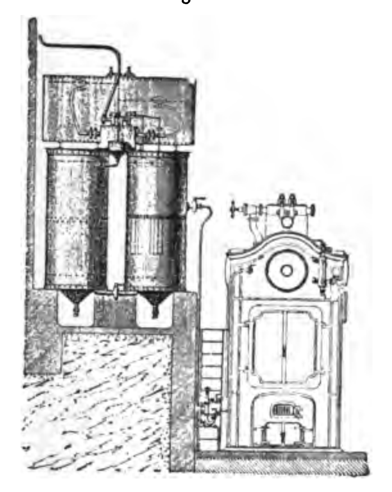


Appareil Marié-Davy, construit par MM. Carré fils aîné et Cie.

L'appareil Marié-Davy s'installe généralement sur le sol, comme le montre la *fig.* 16 relative à une application à l'alimentation d'une chaudière. Quand il s'agit d'installations

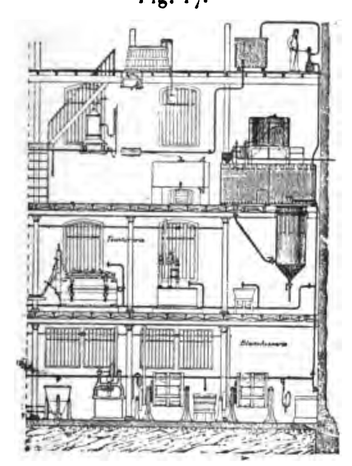
réduites, il peut s'installer sur des planchers déjà existants,

Fig. 16.



Appareil Marié-Davy, installation sur le sol.

Fig. 17.



Appareil Marié-Davy, installation sur planchers.

comme le montre la *fig.* 17 relative à l'épuration d'eaux destinées à une blanchisserie et à une teinturerie.

Appareil Maignen. — M. P.-A. Maignen, connu par ses recherches pour la filtration et l'épuration des eaux, au point de vue de leurs applications domestiques, a breveté, en 1884, un procédé et des appareils pour l'épuration des eaux industrielles, basés sur des idées originales.

Ce qui caractérise tout d'abord le système de M. Maignen, c'est l'emploi des réactifs à l'état de poudre. Cette poudre est placée dans un *récipient distributeur,* qui est disposé au-dessus de l'épurateur. Les proportions relatives de ses constituants dépendent de la nature de l'eau en traitement.

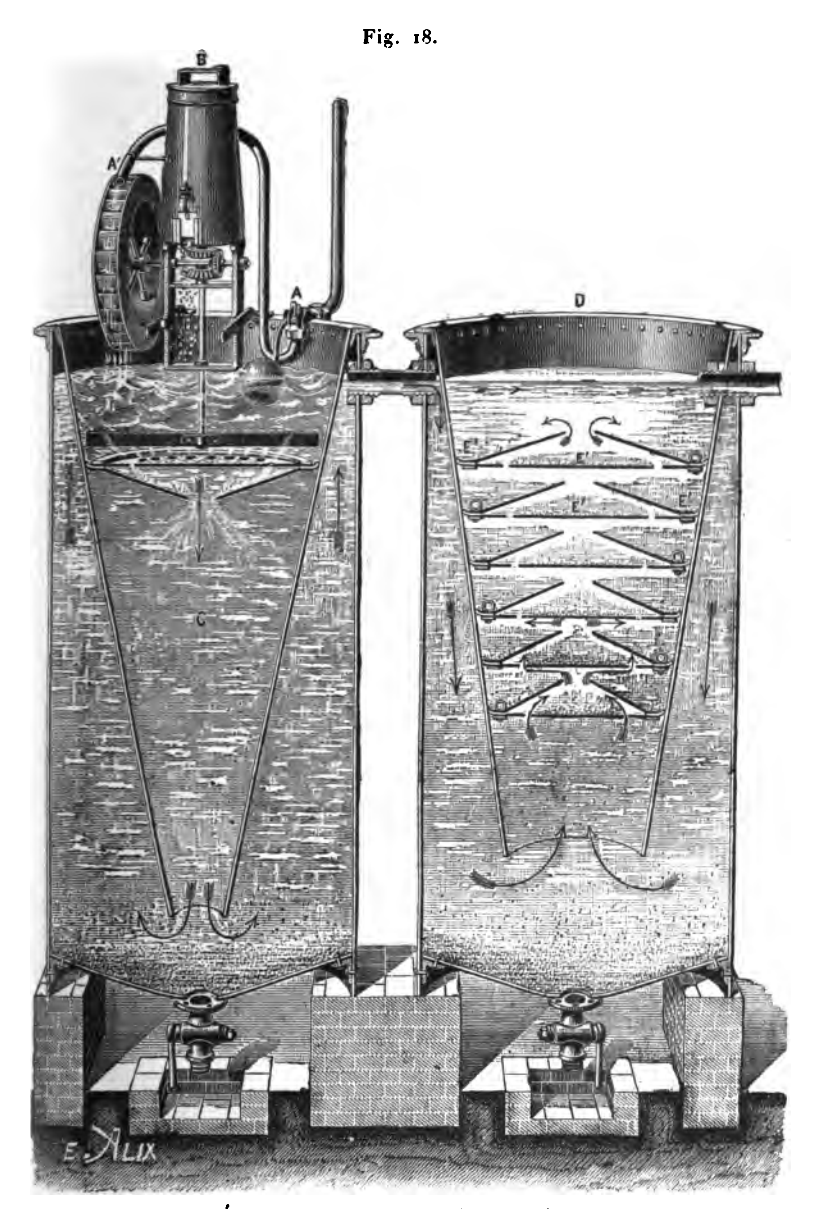
L'épurateur se compose essentiellement de deux cylindres de capacité égale, mais dont le rôle est différent : l'un joue le rôle de *mélangeur du réactif et de l'eau à épurer,* l'autre celui de *décanteur.* Tous deux sont divisés en deux parties par un tronc de cône dont la grande base est au haut du cylindre, comme le montre la *fig.* 18.

Dans le distributeur, se trouve un moulin à palettes qui est mis en mouvement par l'eau même à épurer. Celle-ci se déverse sur une roue hydraulique reliée par des engrenages au moulin à palettes. Le distributeur étant rempli de poudre, celle-ci est poussée par les palettes vers une porte dont l'ouverture est réglée de façon à laisser sortir la quantité de réactif voulue.

Le réactif en poudre tombe dans le tronc de cône du saturateur; il s'y rencontre aussi avec l'eau à épurer, il s'y dissout, gagne le bas du cylindre, puis remonte à la partie supérieure, entre les parois du tronc de cône et celles du cylindre. Les réactions qui produisent l'épuration de l'eau ont lieu pendant ce trajet et le liquide se déverse à la partie supérieure du second cylindre, le décanteur. La durée de ce parcours est d'environ une heure et demie.

Dans le décanteur, le liquide suit en quelque sorte un chemin inverse; il commence par descendre entre les parois du cylindre et du tronc de cône jusqu'au fond de l'appareil, où, rencontrant l'ouverture formée par la petite base du tronc de cône, il s'y engage et remonte jusqu'à un orifice de déversement. Mais, dans ce dernier parcours, il rencontre une série de cloisons-chicanes qui accélèrent le dépôt du précipité, c'est-à-dire la décantation.

Fig. 18.



Épurateur automatique de M. Maignen.

La disposition de ces chicanes est basée sur l'observation « de la manière dont se comportent les courants de rivières. Ainsi le courant est augmenté en passant entre les arches d'un pont, il forme des remous immédiatement après et, ensuite, se répand dans les parties calmes de la rivière; c'est là que se forment les dépôts ou bancs de sable. Il faut donc multiplier les parties calmes pour que le dépôt puisse se faire facilement ».

Grâce à la disposition des chicanes de M. Maignen, l'eau qui monte ne doit jamais rencontrer les dépôts qui sont en voie de formation tout autour des cônes et sur les surfaces horizontales. L'eau est toujours prise à la surface, le plus loin possible de ces dépôts : ce sont là les meilleures conditions pour que la décantation soit parfaite et que l'eau sorte limpide. La durée du trajet dans le décanteur est également d'environ une heure et demie.

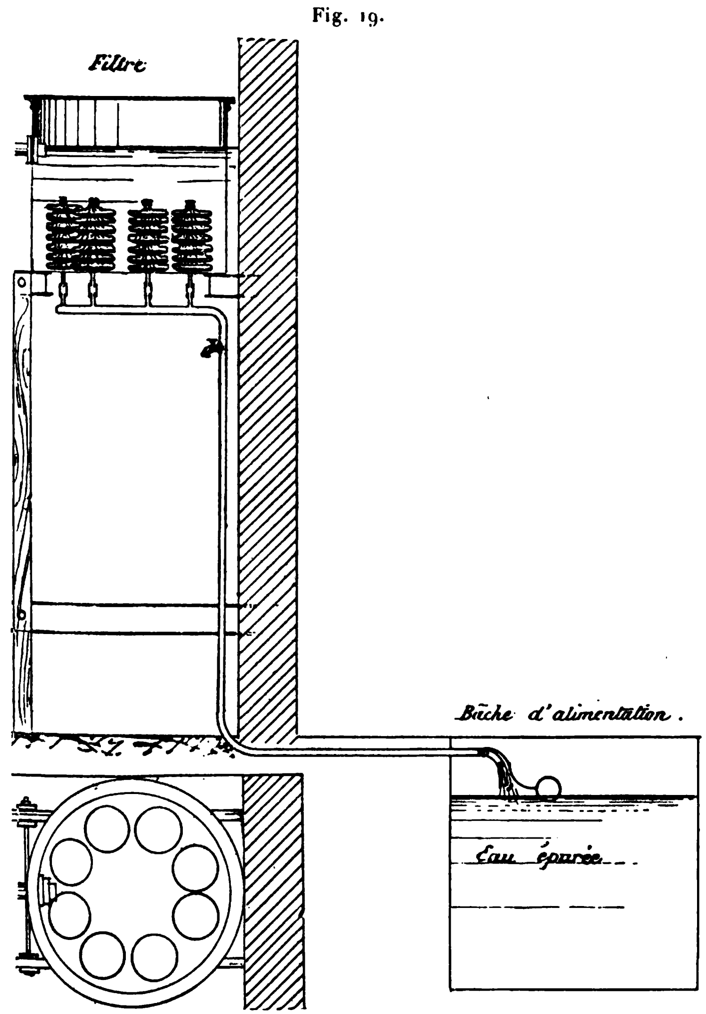
D'après M. Maignen, la dose de réactif distribué peut être réglée à un centigramme près par litre d'eau. Dans ces conditions, l'emploi du réactif en poudre présenterait une réelle régularité, pourvu que la nature de l'eau ne change pas, puisqu'il suffit de déterminer une fois pour toutes la quantité de réactif à mettre dans le distributeur par mètre cube d'eau à épurer; si la nature de l'eau change, il suffirait de modifier en conséquence les proportions du réactif. Il serait également d'une très grande simplicité, puisqu'il suffit à n'importe quel ouvrier de mettre la poudre dans le distributeur une fois par jour, et, comme c'est l'eau elle-même qui à son arrivée produit la distribution du réactif, la quantité de réactif employée serait toujours proportionnelle à la quantité d'eau à traiter. Il ne se produirait pas de tassement dans la poudre, parce qu'on la renouvelle souvent.

La décantation se fait d'une manière logique et ingénieuse, qui ne soulève pas d'objections, à condition que la circulation du liquide dans le décanteur soit assez ralentie pour que tout le précipité s'y dépose. Les cloisons-chicanes sont démontables, des joints en caoutchouc assurent leur raccordement parfait avec les parois de l'appareil. Cette propriété d'être démontables est très utile pour le nettoyage, mais elle force nécessairement à limiter les dimensions. On est donc

obligé, dans le cas d'une consommation assez grande d'eau, de multiplier les éléments.

Filtre Maignen. — Lorsqu'on veut forcer le débit, on place,

Fig. 19.



Filtre Maignen placé à la suite du décanteur.

à la suite du décanteur D de la *fig.* 18, un filtre Maignen,

formé d'un tissu d'amiante imputrescible et inattaquable, enveloppant du noir animal. Le filtrage s'opère de l'extérieur à l'intérieur; les matières solides s'arrêtent à la surface, et il est très facile de les enlever par nettoyage avec un jet d'eau provenant d'un robinet ou d'une pompe. La surface filtrante est composée d'un ou de plusieurs éléments filtrants; la *fig.* 19, qui représente cette addition, comporte huit de ces éléments. Le noir animal a pour but d'absorber les composés qui resteraient en petite quantité dissous dans l'eau.

L'appareil Maignen est particulièrement approprié aux petites consommations d'eau, lorsque les industriels reculent devant l'acquisition d'épurateurs automatiques. De simples réservoirs suffisent alors pour obtenir le résultat recherché. Un premier contiendra l'eau brute; on y mettra la quantité de réactif voulue, et on laissera la réaction s'opérer, en agitant de temps à autre. L'eau sera ensuite envoyée dans un second réservoir garni d'un nombre plus ou moins grand de ces éléments filtrants. Elle s'écoulera enfin dans des réservoirs à eau épurée.

Le filtre Maignen sera avantageusement utilisé, sans être adjoint à d'autres appareils, lorsque le teinturier n'a à traiter que des eaux troubles, chargées de matières en suspension, mais ne renfermant qu'une trop faible quantité de substances en dissolution pour faire l'épuration chimique.

D'après M. Maignen, les huit éléments filtrants de la *fig.* 19 représentent 10^{mq} de surface; ils donnent 150^{lit} par mètre carré et par heure sous une pression de 2^{m} d'eau, soit en douze heures 18^{mc} environ. Pour des consommations supérieures, il suffit de multiplier les éléments.

Conclusion. — La description que j'ai faite des principaux appareils pour l'épuration des eaux industrielles en vue de la teinture, montre aux industriels qu'ils ont le choix entre deux méthodes générales différentes. La première de ces méthodes consiste à traiter l'eau par le réactif dans des bassins appropriés, à laisser la réaction se produire, à laisser aussi le dépôt se former, et à décanter directement. Le type de ce système est l'appareil Archbutt. La seconde consiste à réaliser une décantation continue, la préparation des réactifs

pouvant se faire automatiquement et la séparation du précipité par décantation s'effectuant avec ou sans filtrations consécutives. Le travail intermittent dans des réservoirs appropriés avec une préparation directe du réactif me paraît propre à fournir les meilleurs résultats, mais elle réclame un peu plus d'attention et exige souvent un emplacement en surface plus considérable. Ces raisons ont amené en France l'extension des appareils à décantation continue et à travail automatique. Le teinturier qui s'en sert doit avoir soin de vérifier assez fréquemment les résultats, de contrôler le titrage de l'eau épurée en même temps que celui de l'eau à épurer. Ce contrôle est indispensable pour se tenir à l'abri de toute illusion. Il aura soin également de laisser le moins longtemps possible les eaux épurées en contact avec les précipités d'épuration.

ESSAIS DES EAUX AU POINT DE VUE DE LA TEINTURE.

Pour mettre en pratique la méthode d'épuration de l'eau par correction chimique, il faut connaître la quantité de réactif à employer par mètre cube d'eau à corriger. « Mettre une quantité insuffisante de réactifs, c'est se donner toutes les peines pour n'obtenir qu'une partie des résultats; mettre trop de réactifs, et surtout trop de chaux, c'est détruire d'une main le travail qu'on fait de l'autre » ([1]).

La proportion de réactif à employer dépend de la nature de l'eau à corriger et peut être déterminée scientifiquement ou empiriquement. Scientifiquement, on la déduira de ce que l'eau contient par litre en bicarbonates, chlorures et sulfates. Empiriquement, il suffira de déterminer, par tâtonnements et au moyen d'essais hydrotimétriques, la dose de réactif qui corrige le mieux l'eau; mais, dans le cas où le réactif se compose en tout ou en partie de chaux, il faudra s'assurer, au moyen du papier rouge de tournesol ou mieux de la phénolphtaléine, qu'il n'y en a pas un excès.

Il sera toujours bon de faire précéder l'analyse exacte d'une

---

([1]) H. VASSART, *Des eaux et des savons au point de vue industriel*, 1887.

eau ou la détermination de son degré hydrotimétrique d'une analyse industrielle au point de vue général.

1° *Analyse générale d'une eau industrielle au point de vue de la teinture.*

Nous avons déjà vu qu'une eau, pour être bonne aux différents usages de la teinture, ne doit pas donner par l'ébullition un dépôt trop considérable; elle ne doit pas non plus produire trop de grumeaux avec l'eau de savon.

Quelques réactions extrêmement simples permettront de se rendre compte d'une façon approximative de l'existence ou de l'absence des matières salines dont j'ai parlé. C'est ainsi que, en versant quelques gouttes d'oxalate d'ammoniaque dans l'eau, on a un précipité blanc, insoluble dans l'acide acétique, mais soluble dans l'acide azotique étendu, lorsqu'il existe dans cette eau des sels de chaux. S'il existe des sels de magnésie, on aura un précipité blanc avec quelques gouttes de phosphate de soude et de chlorhydrate d'ammoniaque. Les carbonates donneront un dégagement de petites bulles gazeuses, lorsqu'on versera quelques gouttes d'un acide concentré sur le résidu sec. Les bicarbonates colorent en rouge la teinture jaune alcoolique de bois de campêche; l'eau qui renferme des bicarbonates en dissolution se troublera par l'ébullition, parce que celle-ci fait se dégager de l'acide carbonique, et les bicarbonates se transforment en carbonates insolubles. Les chlorures donneront avec le nitrate d'argent un précipité blanc cailleboté qui noircit tout de suite à la lumière. Enfin les sulfates donneront, avec le nitrate de baryum, un précipité blanc lourd. S'il y a du fer, l'addition de quelques gouttes de prussiate jaune de potasse produira une coloration bleue ou verte. Quelques tubes d'essai, quelques flacons de réactifs suffiront à ce petit travail préalable.

Mais il importe de connaître d'une façon un peu précise la proportion même des substances qui se trouvent dans l'eau, tout au moins en ce qui concerne les bicarbonates, les chlorures et les sulfates.

On déterminera d'abord le résidu total que l'eau fournit par son évaporation, en évaporant 100^{cc} d'eau dans une capsule de platine, au bain-marie, desséchant à l'étuve à 100°, et pesant

le résidu. Comme ce résidu est presque toujours déliquescent, il est nécessaire de faire cette pesée rapidement.

La proportion de matières en suspension se détermine en filtrant 2^lit de l'eau sur un filtre taré. L'augmentation de poids de ce filtre donne cette proportion.

Voyons maintenant comment on peut doser, d'une façon assez précise pour notre but, la chaux et la magnésie d'une part, les carbonates, les chlorures et les sulfates d'autre part.

Pour doser la chaux, on ajoute à 100^cc d'eau (rendue légèrement ammoniacale) de l'oxalate d'ammoniaque : la chaux se précipite à l'état d'oxalate. Pour favoriser cette précipitation et la rendre bien complète, il faut tenir le liquide au moins tiède et attendre quelques heures. On recueille le précipité, on le lave, on le calcine, puis on le traite par quelques gouttes d'acide sulfurique et on calcine de nouveau. Le résidu consiste en sulfate de chaux : il est pesé. 136 parties de sulfate de chaux représentent 56 parties de chaux.

La magnésie se dosera dans la liqueur filtrée provenant de la détermination précédente. Pour cela, on concentre par évaporation jusqu'à ce que le volume du liquide soit réduit de moitié. On ajoute une goutte de solution concentrée d'acide citrique, puis, après refroidissement, un excès d'ammoniaque et 10^cc d'une solution de phosphate de soude. On laisse douze heures et on filtre. Le précipité, qui consiste en phosphate ammoniaco-magnésien, est lavé sur le filtre avec un mélange de 1 partie d'ammoniaque concentrée et de 6 parties d'eau. Puis on sèche et on calcine séparément le filtre et le précipité. Le résidu consiste en phosphate de magnésie. 111 parties de ce précipité $Mg^2P^2O^7$ représentent 40 parties de magnésie anhydre MgO.

Pour doser l'acide carbonique combiné des carbonates, il suffit de titrer 500^cc cubes d'eau avec de l'acide déci-normal, en se servant de méthyl-orange comme indicateur. Chaque centimètre cube de l'acide déci-normal employé représente 2^mgr,2 d'acide carbonique.

Le dosage de l'acide carbonique en excès des bicarbonates (acide carbonique libre) est très important, puisque la quantité de chaux qui entre dans les réactifs d'épuration en vue de transformer les bicarbonates en carbonates dépend de ce

dosage. Pour l'effectuer, on ajoute à 100^{cc} d'eau 3^{cc} d'une solution concentrée de chlorure de baryum, 2^{cc} de chlorhydrate d'ammoniaque et 45^{cc} d'une solution de baryte de force connue. On ferme le flacon, on secoue et on laisse reposer un jour. On prend alors 50^{cc}, soit un tiers, du liquide clair et on le titre avec de l'acide nitrique déci-normal; le nombre de centimètres cubes trouvés est multiplié par 3. Le produit est soustrait du nombre de centimètres cubes que par une expérience antérieure on a trouvés nécessaires pour neutraliser les 45^{cc} de la solution de baryte. Soit *a* le résultat final. Chacun de ces centimètres cubes *a* correspond à $2^{mgr},2$ d'acide carbonique libre.

Les chlorures se dosent au moyen de l'azotate d'argent avec le chromate de potasse comme indicateur. On prend 100^{cc} de l'eau, on ajoute une goutte ou deux d'une solution de chromate neutre de potasse, puis on ajoute d'une solution d'azotate d'argent à $4^{gr},788$ par litre jusqu'à ce que la couleur vire du jaune à l'orange. Chaque centimètre cube de la solution d'argent déci-normal employé correspond à 3^{mgr} de chlore.

Quant aux sulfates, pour les doser, on acidule 1^{lit} de l'eau avec de l'acide chlorhydrique; on réduit par évaporation le volume à 100^{cc}, et l'on ajoute un faible excès de chlorure de baryum : il se précipite du sulfate de baryum qu'on sèche, calcine et pèse. 233 parties du sulfate de baryum représentent 80 parties d'acide sulfurique anhydre.

Une méthode d'analyse rapide des eaux, proposée par M. Léo Vignon, permet de se rendre compte très rapidement des quantités de substances purifiantes, soude et chaux, qu'il faut ajouter à l'eau pour l'épurer. Comme il arrive assez fréquemment que les eaux qui alimentent une usine varient un peu dans leur composition, cette méthode permettra de surveiller ces variations et de modifier suivant les cas les proportions de réactifs à employer.

Dans cette méthode, on commence à doser l'acide carbonique, libre ou combiné aux carbonates neutres, au moyen d'une solution titrée de chaux, en utilisant la phénolphtaléine comme indicateur; on sait que la phénolphtaléine donne une solution alcoolique incolore, qui se colore en rose en présence de traces de chaux vive ou de carbonates alcalins.

Dans une seconde phase de l'analyse, on détermine la quantité de carbonate de soude nécessaire pour précipiter à l'état de carbonates insolubles tous les chlorures et sulfates solubles de chaux et de magnésie.

Pour doser l'acide carbonique, on peut se servir de la solution de chaux qui est obtenue dans l'appareil épurateur lui-même. A 100^{cc} de l'eau à essayer, on ajoute 10 gouttes de la solution alcoolique de phénolphtaléine (à 25^{gr} par litre), puis la solution de chaux jusqu'à ce qu'il se produise une coloration rose persistante, identique à celle que l'on obtient en ajoutant à 100^{cc} d'eau distillée 10 gouttes de la même solution de phénolphtaléine et 5 gouttes de l'eau de chaux. En déduisant ces 5 gouttes de la quantité d'eau de chaux employée dans le cas de l'eau à analyser, la différence donne la quantité de chaux correspondant à l'acide carbonique contenue dans les 100^{cc} d'eau.

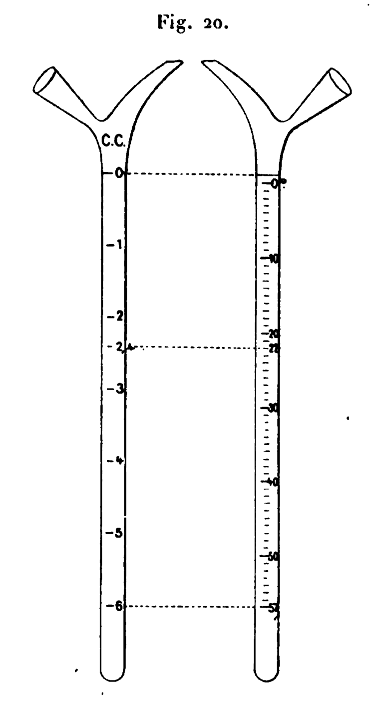
Pour déterminer la quantité de carbonate de soude nécessaire, on ajoute à 100^{cc} de l'eau à analyser la quantité d'eau de chaux nécessaire pour absorber tout l'acide carbonique; cette quantité est connue par l'essai précédent. On ajoute ensuite 10 gouttes de la solution de phénolphtaléine, puis une solution titrée de carbonate de soude pur (à 1^{gr} par litre), jusqu'à ce qu'il se produise une coloration rose persistante. On aura par une expérience semblable à la précédente, d'une façon directe, la quantité de carbonate de soude à employer pour l'épuration.

Si l'on se sert dans ces essais d'une liqueur titrée de chaux faite avec de l'eau distillée, les quantités de carbonate de soude trouvées devront, pour l'application, être augmentées de la quantité de ce sel nécessaire pour précipiter les sulfates et les chlorures contenus dans l'eau de chaux employée industriellement dans les appareils épurateurs.

2° *Détermination du degré hydrotimétrique de l'eau.* — Pour déterminer le degré hydrotimétrique ou degré de dureté de l'eau, on suit une méthode dont le principe, dû à l'Anglais Clark, repose sur la décomposition d'une solution alcoolique titrée de savon. Cette dissolution donne une mousse persistante avec les eaux douces; si l'eau, au contraire, contient des sels de chaux, ou de magnésie, ou de

fer, etc., la mousse ne deviendra persistante qu'après qu'on aura assez ajouté de savon pour neutraliser la chaux, etc. Le degré de dureté d'une eau est proportionnel à la quantité de savon ainsi ajoutée pour arriver à la mousse persistante. Il est très facile de le convertir en sels calcaires, par l'application des équivalents chimiques, et, conséquemment, il est

Fig. 20.



Burette hydrotimétrique.

très facile aussi de connaître la quantité de chaux à ajouter pour neutraliser les sels calcaires et épurer convenablement l'eau. Le matériel nécessaire pour cette détermination est des plus simples : uneburette graduée spéciale; un flacon gradué de 40^{cc}; une liqueur titrée à 0^{gr},25 de chlorure de calcium sec ou 0^{gr},59 d'azotate de baryte par litre de dissolution; une liqueur de savon préparée avec 100^{gr} de savon de Marseille

sec, 1600gr d'alcool à 90° pour 1lit d'eau; enfin une solution d'oxalate d'ammoniaque à $\frac{1}{60}$. L'eau à essayer ne doit pas marquer plus de 25° de dureté; si elle dépasse, il faut l'étendre d'eau distillée dans un rapport déterminé.

La burette (*fig.* 20) est graduée de telle façon que 2cc,4 = 23 divisions. Le degré 0 de la graduation est placé à la seconde division, le volume ainsi réservé contenant la quantité de liqueur nécessaire pour faire mousser 40cc d'eau distillée; les 22 divisions suivantes correspondent par conséquent à 0,01 de chlorure de calcium dissous dans l'eau distillée. Ce qui fait que 1° de savon = 0gr,00045 de chlorure par 40cc d'eau ou 0gr,0114 par litre.

Le flacon (*fig.* 21) est divisé en 10cc, 20cc, 30cc et 40cc.

Fig. 21.



Flacon hydrotimétrique.

L'analyse de l'eau comprend les déterminations suivantes :

α. On commence par vérifier la liqueur de savon, et on l'amène par dilution de façon que 40cc de la solution de chlorure de calcium, agités dans le flacon avec 23 divisions de la burette, donnent une mousse de un demi-centimètre cube de haut persistant au moins cinq minutes.

β. On détermine ensuite le degré de l'eau à analyser, ce qui donne l'action totale de l'acide carbonique des sels de chaux et de magnésie (dureté temporaire).

γ. On détermine ensuite le degré de l'eau additionnée pour 50cc de 2cc de la solution d'oxalate d'ammonium et filtrée. On

opère toujours sur 40^{cc}. On a ainsi l'action de l'acide carbonique et des sels de magnésie.

δ. On détermine encore le degré de l'eau maintenue à l'ébullition pendant une demi-heure, puis ramenée au volume primitif par une addition d'eau distillée et filtrée. En retranchant 3° du nombre de degrés trouvés (à cause du carbonate resté dissous), on a les sels de magnésie et de chaux autres que le carbonate (dureté permanente).

ε. On détermine enfin le degré de l'eau après l'avoir maintenue à l'ébullition une demi-heure, ramenée au volume primitif, filtrée, additionnée de 2^{cc} d'oxalate d'ammoniaque, laissée en repos un quart d'heure et filtrée. On a ainsi les sels de magnésie et, par différence avec δ, les sels de chaux solubles; par différence avec γ, l'acide carbonique. Le carbonate de chaux est représenté par $\beta - \gamma + \varepsilon - \delta$.

On aura soin de déterminer à l'avance le degré hydrotimétrique de l'eau distillée que l'on emploie, car il atteint souvent 1°. Il faudra le déduire des résultats trouvés. On aura soin également de conserver les liqueurs dans des flacons bien bouchés et de les vérifier de temps à autre.

On peut se servir aussi de la méthode hydrotimétrique pour doser les chlorures et les sulfates par mesures de volumes, au lieu d'effectuer ce dosage par pesées, comme je l'ai indiqué plus haut. Je renvoie pour les détails aux ouvrages de Chimie. Je me bornerai à faire remarquer ici que les eaux naturelles qui marquent plus de 30° présentent avec une intensité pernicieuse les inconvénients multiples que j'ai fait ressortir. Au-dessus de 60°, elles deviennent impropres à tous usages.

Le degré hydrotimétrique français ainsi déterminé correspond à $0^{gr},0114$ de chlorure de calcium par litre. Il représente à peu près en centigrammes le poids de sels terreux que l'eau contient. Il indique directement la quantité de savon qu'elle neutralise, soit $0^{gr},1$ par degré et par litre. Le degré de dureté anglais indique le nombre de grains ($0^{gr},0648$) de carbonate de chaux contenus dans un gallon d'eau ($4^{lit},54346$); il correspond à 0,0143 de carbonate de chaux par litre. Le degré de dureté allemand correspond à 1^{cgr} de chaux par litre.

1° français vaut 0°,7 anglais ou 0°,56 allemand.

Voici le degré hydrotimétrique correspondant à quelques eaux :

Eaux.	Degré hydrotimétrique.
Eau distillée (Boutron et Boudet).........................	0°
» de l'Allier, à Moulins (Boutron et Boudet)............	3°,5
» de pluie à Paris......................................	3°,5
» de la Dordogne, à Libourne (Boutron et Boudet).....	4°,5
» de la Garonne, à Toulouse............................	5°
» de la Loire, à Tours et à Nantes......................	5°,5
» de Glascow (eau de montagnes).......................	5°,5
» de la Néva, à Saint-Pétersbourg (Robinet)...........	6°
» d'Édimbourg..	7°
» de Newcastle...	7°
» du puits de Grenelle (Belgrand)........................	9° à 11°,7
» du puits artésien de Passy..............................	10° à 11°
» de l'Avre..	11°
» du Rhin..	12°,5
» de l'Ill...	13° à 14°
» du Rhône à Lyon...	13°,5
» de l'Yonne..	15°
» de la Seine, au pont d'Ivry.............................	15° à 17°
» de la Saône...	15°
» de Londres...	15° à 23°
» de Manchester...	16°,8
» de Liverpool...	16°,8 à 21°
» de sources de la vallée de la Vanne..................	17° à 20°
» de la Marne, à Charenton..............................	19° à 23°
» de la Clyde, à Glascow.................................	21°
» de l'Oise, à Pontoise...................................	21°
» de la Dhuys, au réservoir de Ménilmontant (Bergrand).	20°,5
» des sources de la Dhuys (Belgrand)...................	22° à 23°
» de la Seine, à Chaillot (1855).........................	23°
» d'Arcueil, Paris (Boutron et Boudet)..................	28°
» du Tibre..	29°
» du canal de l'Ourcq....................................	30°
» d'Arcueil, aux sources de Rungis (Belgrand)..........	33° à 42°
» des puits de Berlin (Robinet)..........................	36° à 41°
» de puits des Prés Saint-Gervais.......................	72°
» de puits de Belleville..................................	128°

Purification des eaux résiduelles. — La purification des eaux de vidanges des teintureries, eaux vannes, eaux résiduelles, peut se faire par voie physique ou par voie chimique. Mais la filtration seule ne convient que pour les matières en suspension et s'il n'y a pas de matières grasses : celles-ci

s'opposeraient absolument à toute filtration ou à toute irrigation efficace.

L'épuration par voie chimique peut se faire suivant deux méthodes générales. La première est applicable pour les établissements qui ont à épurer non seulement des eaux de teinture, mais encore des eaux de blanchiment, de dégraissage, etc. Toutes ces eaux, mélangées ensemble dans de grands réservoirs communs, réagissent mutuellement et déposent la plus grande partie de leurs matières. La seconde méthode consiste à traiter les eaux de vidanges par des agents appropriés, la chaux (Hofmann et White, à raison de 2^{gr} à 5^{gr} par litre), ou le calcaire, pour neutraliser les eaux acides, des mélanges de chaux et d'alun ou de sulfate de potassium, ou de sel ferreux, les sels d'alumine et de fer (Le Châtelier), l'argile bleue (de Mollins, à raison de 7^{gr} à 10^{gr} par litre), le perchlorure de fer (Kœne, Ganning), le sulfate ferrique provenant des pyrites (Buisine, 1891) pour se débarrasser des matières organiques. — De préférence par la chaux, ou le chlorure de calcium, ou un mélange de chaux et d'un sulfate dont le choix dépend du prix au lieu d'utilisation, lorsqu'il s'agit de traiter des eaux particulièrement savonneuses. Ce traitement n'est rémunérateur que si ces eaux sont relativement pures et concentrées et ne contiennent que des matières grasses; tel est le cas des eaux de lissage des laines ou de dégraissage des draps qui, traitées pour acides gras, peuvent donner un bénéfice. Les eaux de dégraissage des peignages, au contraire, sont trop impures pour que leur traitement soit rémunérateur, car le prix de la main-d'œuvre et celui du réactif dépassent de beaucoup la valeur des résidus utilisables. Mais le peigneur de laine n'en est pas moins forcé parfois de le subir, afin de ne pas infecter la rivière où il déverse ses eaux. C'est ainsi qu'en France la pollution de la rivière l'Espierre de Roubaix a forcé l'administration à se préoccuper de son épuration, par suite de réclamations diplomatiques de la part de la Belgique. En Allemagne, beaucoup de municipalités ont imposé l'épuration des eaux résiduelles à un grand nombre de peignages. Le traitement est toujours précédé d'un séjour dans des bassins de décantation de 25^{mc} environ, disposés au moins en séries de deux pour permettre un travail continu.

Les matières boueuses et les savons lourds s'y déposent en partie : ce dépôt fournit par calcination du gaz, mais la flamme a l'inconvénient d'être très fuligineuse. La liqueur est ensuite traitée par de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique en excès qui sépare les matières grasses; on neutralise l'acide qui reste par la chaux. Les acides gras qui surnagent sont pressés à chaud; le résidu sert d'engrais, et la graisse, la *suintine,* saponifiée par un alcali sert à la fabrication de savons communs, ou à celle des graisses de voitures, des dégras, etc. Quant à épuiser les tourteaux de dépôt par des hydrocarbures liquides pour en retirer les matières grasses, la valeur minime de ces dernières s'y oppose fortement. — Lorsqu'on traite ces eaux grasses par le chlorure de calcium, il se précipite un savon calcaire. On le décompose par l'acide chlorhydrique. La matière grasse est mise en liberté et recueillie, et le chlorure de calcium se trouve régénéré. Une insufflation d'air est utile pour accélérer le dépôt des précipités.

Le procédé d'épuration par voie électrolytique mérite quelque attention (M. Hermite, 1891). Lorsqu'on fait passer un courant électrique dans une dissolution aqueuse d'un chlorure, celui-ci se décompose; de même, l'eau. Il se forme alors au pôle positif un composé oxygéné du chlore très instable et doué d'un grand pouvoir d'oxydation, et partant de désinfection et de purification. Au pôle négatif, il se forme un oxyde qui a le pouvoir de précipiter certaines matières organiques. On obtient donc par la voie de l'électrolyse un liquide qui a les propriétés suivantes : de détruire complètement les matières organiques résultant de la putréfaction, et aussi les gaz, tel l'hydrogène sulfuré, etc.; de précipiter certaines matières telles que les matières albuminoïdes, et par conséquent la clarification des eaux. Les chlorures les plus avantageux pour l'obtention de ces liquides sont : le chlorure de magnésium, l'eau de mer, le chlorure de sodium, le chlorure de calcium, le chlorure d'aluminium, le chlorure de fer. Le principe de la purification électrolytique peut s'appliquer de deux façons : soit par action directe, soit par action indirecte. Par l'action directe, on mélange une petite proportion d'un des sels nommés au liquide à purifier, en le faisant passer dans un appareil spécial, l'électrolyseur (voir *fig.* 82). Le chlorure

en dissolution dans l'eau est décomposé par le courant électrique. Par action indirecte, on fait passer dans les électrolyseurs une dissolution d'un chlorure, ou de l'eau de mer. Quand la dissolution est arrivée au titre que l'on veut en composés chlorés, on la mélange avec le liquide à purifier.

Je signalerai, en terminant, le procédé Anderson, où les eaux impures sont agitées en présence de grenaille de fer; et le procédé Richard-Largerie, où les eaux grasses sont battues par des pointes de fer : les graisses se rassemblent dans la mousse.

Résidus particuliers. — Il n'y a pas seulement que les acides gras des savons qui peuvent être récupérés dans les eaux de vidange des teintureries. Le carbonate de potasse du suint, l'indigo des dépôts de cuves, l'étain du bichlorure employé pour la charge de la soie, les résidus mêmes de chromate peuvent être l'objet de traitements particuliers. Il est nécessaire de faire subir ces traitements aux liquides des bains avant de les mélanger à d'autres.

Le carbonate de potasse, qui se trouve naturellement dans le suint, est très utilement récupéré lorsqu'on ne le fait pas servir, comme en Angleterre, au dégraissage ultérieur de la laine. La laine renferme 15 à 20 pour 100 de son poids de suint, dont le quart environ consiste en carbonate de potasse. Lorsqu'on songe que dans les peignages du centre industriel de Roubaix, on lave plus d'un million de kilogrammes de laine brute par jour, on voit la source énorme de potasse que le suint représente. Les travaux les plus remarquables sur sa composition sont ceux de : Vauquelin, Chevreul, Evrard (1847), Hartmann, Märcher et Schulze, Havrez, Maumené et Rogelet (1859), Ulbricht et Reich, Buisine (1887). Ce sont encore les indications données par Maumené et Rogelet qui sont mises en pratique aujourd'hui pour en extraire le carbonate de potasse. On commence par évaporer les eaux de lavage de la laine en suint jusqu'à siccité; le résidu est chauffé dans des cornues à gaz, et le gaz dégagé peut servir à l'éclairage. Le résidu charbonneux de la calcination, ou suint brut, est lavé à l'eau, et donne un carbonate de potasse brut, à 70, 80 pour 100 de carbonate pur, représentant 5 pour 100 du salin.

En Allemagne et en Belgique, on évapore les lessives sur des fours à réverbères. M. Havrez a proposé de mélanger le suint desséché avec poids égal de matière animale et de le chauffer, pour en obtenir un mélange de carbonate et de prussiate jaune de potasse.

La perte d'indigo dans les dépôts des cuves se produit lorsque l'indigo a été imparfaitement broyé, et qu'il résiste à l'action des agents dissolvants, ou lorsque a cuve est mal conduite. En traitant le dépôt par l'acide chlorhydrique en excès, on rend solubles la chaux et l'oxyde de fer; le résidu est recueilli et lavé sur une toile. C'est dans ce résidu que se trouve l'indigo inutilisé, et on l'en retire en le dissolvant, par exemple, au moyen d'hydrosulfite de soude. Mais si l'indigo a été broyé avec soin et si la cuve a été bien conduite, la proportion de l'indigo qui se trouve dans le dépôt ne dépassera pas 4 pour 100 de l'indigo employé, et dans ces conditions, il est plus avantageux de le négliger plutôt que d'essayer de le récupérer.

Tout autre est le cas de l'étain des bains de bichlorure, dont on se sert en grande quantité pour la charge de la soie. On sait que les soies, au sortir du bain de bichlorure, sont pressées ou essorées, puis lavées à grande eau. Dans ce lavage, le bichlorure est décomposé; une certaine quantité d'oxyde d'étain se fixe sur la soie, mais le reste se perd dans le bain. Pour le recueillir et l'utiliser à nouveau, on rassemble les eaux de lavage, on les sature avec de la chaux en les agitant; l'oxyde d'étain se précipite, on le recueille sur des filtres en toile. La pâte ainsi obtenue contient habituellement 15 pour 100 d'oxyde d'étain et peut servir, soit directement pour régénérer du bichlorure en redissolvant l'oxyde dans l'acide chlorhydrique, soit après dessiccation pour être transformée en étain métallique. C'est M. Martinon qui a introduit ce procédé dans la maison Bonnet, Ramel, Savigny, Giraud et Cie de Lyon, et la quantité d'étain retiré annuellement dépasse 10000^{kg}.

La récupération du chrome dans les bains de mordançage au bichromate ou aux sels de chrome n'est pas encore complètement résolue, industriellement parlant. Le problème mérite d'autant plus d'inspirer des recherches définitives que les

quantités de chrome qui se perdent ainsi sont loin d'être négligeables. La solution est peut-être dans une meilleure direction du mordançage au bichromate, réduisant au minimum la perte de chrome. La question se résoudrait, dans ce cas, à des indications pratiques pour la conduite de l'opération. Nous l'étudierons dans le Tome III.

Documents bibliographiques concernant la question des eaux.

CHEVREUL. — *Quatrième Mémoire sur la teinture* (in *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* t. IV, 1836, p. 2-12).

SCHLUMBERGER (I.-W.). — *Nouveau mode de filtrage des eaux* (in *Bulletin de la Soc. Ind. de Mulhouse,* 1858, p. 268-269).

BOLLEY (P.-A.). — *Die chemische Technologie des Wassers* (1862).

POIRÉ (P.). — *Recherches analytiques sur les eaux des fontaines d'Amiens* (in *Bulletin de la Soc. Ind. d'Amiens,* 1862, p. 140-152).

JENNET. — *Action clarifiante de l'alun sur les eaux bourbeuses* (in *C. R. de l'Ac. des Sc.,* t. LXI, 1866, p. 598-599).

POIRÉ (P.). — *Analyses de diverses eaux d'Amiens* (in *Bulletin de la Soc. Ind. d'Amiens*, 1866, p. 266-275).

KNAPP. — *Usages industriels de l'eau* (in *Traité de Chimie technologique,* 1870, t. I, p. 42-62).

ALCAN (M.). — *Des eaux* (in *Traité du travail des laines peignées,* 1873, p. 112-128).

LADUREAU (A.). — *Sur l'utilisation des eaux industrielles et ménagères des villes de Roubaix et de Tourcoing* (in *Bulletin de la Soc. Ind. du Nord,* 1874, n° 9, p. 69-75).

BOLLEY (P.-A.) et KOPP (EM.). — *Eaux* (in *Manuel pratique d'essais chimiques,* 1877, p. 114-142)

BÉRENGER et STINGL. — *Purification des eaux.* Rapport de MM. Prud'homme, Walter-Meunier et Aug. Dollfus (in *Bulletin de la Soc. Ind. de Mulhouse,* 1877, p. 665-684).

PENOT. — *Analyse de quelques eaux de Mulhouse* (in *Bulletin de la Soc. Ind. de Mulhouse,* 1878, p. 456-462).

ASSELIN. — *Mode d'épuration préalable des eaux industrielles par les oxalates* (in *Mémoires de la Soc. des Ingénieurs civils,* 1879, p. 114-118).

MOLLINS (J. DE). — *Épuration des eaux vannes industrielles de Rou-*

baix-Tourcoing. La question de l'Espierre (in *Bulletin de la Soc. Ind. du Nord,* 1880, p. 505-529, et 1881, p. 183-195).

GUICHARD (P.). — *Essais industriels des eaux et hydrotimétrie* (in *Bulletin de la Soc. Ind. d'Amiens,* 1881, p. 252-264).

MOLLINS (J. DE). — *Épuration des eaux vannes des peignages de laines* (in *Bulletin de la Soc. Ind. du Nord,* 1881, p. 203-214).

MOLLINS (J. DE). — *La question des eaux vannes et l'avenir industriel de Croix (près Roubaix)* (in *Bulletin de la Soc. Ind. du Nord,* 1881, p. 197-200).

GAILLET et HUET. — *Épuration des eaux de vidanges des fabriques* (1882).

MACADAM (W.-I.). — *Examination of the chemical composition of... waters... and various processes for softening* (in *Journal of the Soc. of chemical Industry,* 1883, p. 12-21).

PORTER (J.-H.). — *The Porter-Clark process* (in *Journ. of Soc. of chem. Ind.,* 1884, 2 fig., p. 51-55).

DELEBECQUE. — *Épuration des eaux d'alimentation des chaudières à vapeur* (in *Bulletin de la Soc. Ind. du Nord,* 1884, p. 235-248).

WALTER-MEUNIER (H.). — *Procédé d'épuration d'eau de MM. Sulzer frères* (in *Bulletin de la Soc. Ind. de Mulhouse,* 1884, p.2 30-232).

GAILLET et HUET. — *Épurateur d'eau* (in *Bulletin de la Soc. Ind. du Nord,* 1885, p. 104-111).

WAGNER. — *Emploi du savon dans les eaux chargées de bicarbonate de chaux* (in *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse,* t. XXIII, p. 272-273).

POIRRIER aîné. — *Installation des bassins pour l'épuration des eaux, usine Poirrier, Mortier et Mueller à Reims* (in *Bulletin de la Société Industrielle de Reims,* t. X, p. 435-453).

LEBLANC (R.). — *Eaux de Reims et leurs applications industrielles* (in *Bulletin de la Société Industrielle de Reims,* t. XI, p. 17-99).

LEBLANC (R.). — *Dosage des réactifs nécessaires pour abaisser le degré de dureté des eaux calcaires* (in *Bulletin de la Société Industrielle de Reims,* t. XI, p. 246-250).

BUFF et F. VERSMANN (F.). — *Purification et adoucissement des eaux* (in *La Publication industrielle des Machines,* t. XII, p. 59-61).

KRANTZ (J.-B.). — *Dimensions et types des murs des réservoirs d'eau* (in *La Publication industrielle des Machines,* t. XX, p. 434-450).

WALLACE. — *On the refuse waters of chemical works and other factories* (in *Journal of Soc. of chem. Ind.*, 1885, p. 724-728).

GUY (JULES). — *Epuration des eaux* (in *Bulletin de la Société d'encouragement à l'industrie nationale*, 1885, p. 639, 640).

HUMMEL (J.-J.). — *Water in its application to dyeing* (in *The dyeing of textile fabrics*, 1885, p. 121-143).

STEEL (R.-E.). — *On water used in dyeing* (in *The journal of the Soc. of dyers and colourists of Bradford*, 1885, p. 222-229).

COCHENHAUSEN (E. VON). — *Die Reinigung des Wassers mit.... Verwendung in der Textilindustrie* (1886).

MAIGNEN (P.-A.). — *Filtration and water softening* (in *Journal of Soc. of chem. Ind.*, 1886, p. 223-226. *Cf.* p. 261-273, and p. 416-421).

HARTLAND (W.-H.). — *Softening for trade purposes* (in *Journal of Soc. of chem. Ind.*, 1886, p. 645-650).

VASSART (H.). — *Eaux industrielles* (in *L'Industrie textile*, 1886, p. 45-46, 81-83, 123, 164-165, 210. *Cf.* p. 214, 267 et 319.

DELATTRE (J.). — *Sur l'épuration des eaux de lavage des laines en suint* (in *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1886, p. 31-32, 76-85 et Rapport de A. Girard, p. 70-75).

MAXWEL LYTE. — *Traitement des eaux vannes* (in *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1886, p. 496).

BLONDEL (Rapport de M. EM.). — *Système d'épuration des eaux industrielles de MM. Gaillet et Huet* (in *Bulletin de la Société Industrielle de Rouen*, 1886, p. 30-37).

JUNCK. — *Épuration des eaux sales provenant du lavage des laines brutes* (in *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse*, 1887, p. 423-432).

KŒNIG (K.-J.). — *Die Verunreinigung der Gewässer und deren schädliche Folgen, nebst Mitteln zur Reinigung der Schmutzwasser*, 1887).

ZUBER (E.). — *Filtres de sable de la Papeterie de l'île Napoléon et moyens à employer pour obtenir des eaux claires* (in *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse*, 1887, p. 191-198).

BLAKEY (A.-J.). — *Soft water* (in *The journal of the Society of dyers*, 1887, p. 176).

Filtre automatique à grande pression de MM. J. Holliday et Cie (in *L'Industrie textile*, 1888, p. 291, 292).

ALLEN (A.-H.). — *The practical examination of water for technical purposes* (in *Journal of Soc. of chem. Ind.*, 1888, p. 795-806).

BELL (J.-C.). — *Estimation of iron in water* (in *Journal of chem. of Soc. Ind.*, 1889, p. 175).

TRED (F.-L.). — *Clarke's soap test* (in *Journal of Soc. of chem. Ind.*, 1889, p. 256).

GANSWINDT (A.). — *Wasser* (in *Handbuch der Färberei*, 1889).

LEFFMANN (H.) et BEAM (W.). — *Examination of water for sanitary and technical purposes* (1889).

MOLLINS (J. DE). — *Sur un cas particulier de l'action de l'argile sur les eaux vannes industrielles* (in *Bulletin de la Société Industrielle du Nord*, 1889, p. 387-391).

MOLLINS (J. DE). — *Procédé d'épuration des eaux vannes des peignages de laines* (in *Bulletin de la Société Industrielle du Nord*, 1889, p. 383-386).

MARTINON (B.). — *Une nouvelle méthode d'analyse des eaux à épurer* (in *L'Industrie textile*, 1890, p. 392-393).

Épuration des eaux, système Howatson (in *L'Industrie textile*, 1890, p. 18).

MOLLINS (J. DE). — *Les eaux d'égout industrielles et ménagères* (in *Bulletin de la Société Industrielle du Nord*, 1890, p. 291-421).

Filtre automatique de M. W. Birch (in *L'Industrie textile*, 1891, p. 265-266).

FISCHER (F.). — *Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung* (1891).

MOLLINS (J. DE). — *Les eaux d'égout industrielles et ménagères* (1891).

Épurateur d'eau de MM. Slack et Brownlow (in *L'Industrie textile*, 1891, p. 64-65).

Épuration des eaux industrielles, procédé et appareil de M. H. Desrumaux (in *L'Industrie textile*, 1891, p. 504-506. Cf. p. 553, et 1892, p. 25-26, 122-123, 345-347).

Épurateur Desrumaux (in *Bulletin de la Société Industrielle du Nord*, 1891, p. 29-31).

Purification des eaux résiduelles industrielles par le procédé électrolytique de M. E. Hermite (in *L'Industrie textile*, 1891, p. 73-75).

ARCHBUTT (L.) and DEELEY (R.-M.). — *The treatment of hard water* (in *Journal of Soc. of chem. Ind.*, 1891, p. 511-519).

MOLLINS (J. DE). — *Épuration des eaux vannes des peignages de laines dite procédé chimico-naturel* (in *L'Industrie textile,* 1891, p. 155-157 et 199-201).

Eaux (in *Agenda du Chimiste,* 1892, p. 280-286).

KNECHT (ED.), RAWSON (CH.) and LOEWENTHAL (R.). — *Water* (in *A manual of dyeing,* 1893, p. 58-73 et 752-758).

A new system of softening and purifying hard water of L. Archbutt and R. M. Deeley; manufacturers : Mather et Platt.

On consultera aussi les circulaires des constructeurs d'appareils à épurer.

DEUXIÈME SECTION.

DU CHAUFFAGE ET DE LA PRODUCTION DE VAPEUR.

Le teinturier a fréquemment l'occasion de recourir aux moyens de chauffage, tout particulièrement pour porter à la température convenable les bains de teinture, ou pour activer le séchage des matières teintes.

Le chauffage à feu nu permettrait d'atteindre une température plus élevée que le chauffage à la vapeur; mais celui-ci a prévalu universellement, parce que d'abord il est plus commode, et parce qu'ensuite le teinturier trouve, dans la vapeur, la force motrice nécessaire pour mettre en mouvement ses différentes machines.

Je traiterai successivement dans cette section, d'une façon très succincte, des propriétés de la vapeur d'eau, des appareils producteurs de vapeur, de la distribution de la vapeur, des purgeurs automatiques, des régulateurs de pression, de l'utilisation de la vapeur pour le chauffage par barbotage, de son utilisation pour le chauffage par double enveloppe, des régulateurs de température.

Des propriétés de la vapeur d'eau. — L'eau, liquide aux températures les plus ordinaires, se met à bouillir, ou, si l'on préfère, se transforme tumultueusement en vapeur, à

une température qui a été prise comme point limite supérieur (100°) de la graduation thermométrique dite centigrade. Cette transformation de l'eau en vapeur est accompagnée de deux autres phénomènes, d'abord une augmentation considérable de volume, ensuite une absorption très notable de chaleur.

L'*augmentation de volume* qui accompagne le changement d'état lors de la transformation de l'eau liquide en vapeurs gazeuses est énorme, comme on peut s'en rendre compte par un calcul très simple. En effet, cherchons combien un litre d'eau porté à 100° sous la pression normale de 760^{mm} fournit de litres de vapeur à la même température, et sous la même pression. Un litre d'eau pèse 1000^{gr}, un litre de vapeur pèse 0^{gr},804. Par conséquent, le litre d'eau fournira, au moins, autant de fois de litres de vapeur que 0^{gr},804 se trouve contenu dans 1000^{gr}, c'est-à-dire 1250^{lit}. Le chiffre exact, en tenant compte de la dilatation elle-même de la vapeur, est 1700. C'est à cause de cette augmentation énorme de volume, accompagnant la transformation de l'eau en vapeur, que la vapeur d'eau possède une force motrice considérable.

Mais l'autre phénomène, c'est-à-dire l'*absorption de chaleur* par l'eau au moment de sa vaporisation, nous intéresse encore davantage. En effet, la transformation de l'eau liquide en vapeur est accompagnée d'une absorption de chaleur très grande; et s'il faut à un kilogramme d'eau 100 calories pour passer de la température 0° à la température 100°, il faut à ce kilogramme d'eau, chauffée à 100°, 537 autres calories pour se transformer en vapeur présentant la même température. La chaleur ainsi fournie est utilisée tout entière à produire le changement d'état. Mais, dans le phénomène inverse, lorsque la vapeur se condense, elle dégage les 537 calories qu'elle avait absorbées, et elle les dégage en chauffant les corps voisins. C'est ce dégagement de chaleur, effectué au cours de la condensation de vapeur, qui est le principe du chauffage par la vapeur.

Ainsi, chauffer à la vapeur revient à utiliser indirectement la chaleur du combustible qui a servi à produire la vapeur. Sans doute, au cours de ces transformations multiples, il se perd du calorique, mais ces pertes disparaissent vis-à-vis

des autres avantages que présente le chauffage à la vapeur.

La production de la vapeur d'eau ne se fait normalement à la température de 100° qu'à la condition d'abord que l'eau ne contienne pas de substances solides dissoutes; en second lieu, qu'il y ait au contraire dans la masse liquide des bulles de gaz dissoutes en troisième lieu, et c'est là pour nous le point le plus important, que la pression à la surface du liquide soit uormale. En effet, la tension de vapeur d'un liquide en ébullition est toujours égale à la pression qui existe à la surface de ce liquide, et un liquide ne se met à bouillir que lorsque sa tension est devenue égale à la pression extérieure. Ceci veut dire que, si l'eau bout à 100° sous une pression de 1 atmosphère, la tension de sa vapeur vaut 1 atmosphère, soit 760^{mm} de mercure, ou $10^{m},33$ d'eau. Mais si la pression à la surface s'élève, et devient supérieure à 1 atmosphère, ce qui arriverait évidemment si l'on faisait se produire la vapeur en vase clos, alors l'ébullition est retardée d'autant plus que la pression est plus élevée, de façon à rétablir l'égalité entre la tension de vapeur et la pression extérieure. Par exemple, à 2 atmosphères, l'ébullition se produit à 120°,6; à 3 atmosphères, l'ébullition se fera à 133°,9. La quantité de chaleur nécessaire pour produire le phénomène augmentera également, comme on s'en rendra compte par les Tableaux suivants, que j'extrais des Mémoires de Regnault.

Valeurs de la tension (¹) de la vapeur d'eau à différentes températures.

TABLEAU I.

Températures.	Tension ou pression de la vapeur d'eau en millimètres de mercure.	en atmosphères.	par cent. carré de surface.	Chaleurs totales de vaporisation.
0°	4,60	0,006		606,5
150	91,98	0,121		621,7
	760	1	1,033	637
100,1	762,73		1,037	
100,2	765,46		1,041	

(¹) Les mots tension, force élastique maxima, pression de la vapeur d'eau doivent être regardés ici comme équivalents.

Températures.	Tension ou pression de la vapeur d'eau en millimètres de mercure.	en atmosphères.	par cent. carré de surface.	Chaleurs totales de vaporisation.
100°,3	768,20		1,045	
100,4	771,95		1,049	
100,5	773,71		1,052	
100,6	776,48		1,056	
100,7	779,26		1,060	
100,8	782,04		1,063	
100,9	784,83		1,067	
101	787,63		1,071	
102	816,01		1,110	
103	845	1,11	1,149	
104	875,41	1,15	1,191	
105	906	1,20	1,232	
106	938,31	1,23	1,276	
107	971,14	1,27	1,320	
108	1004,91	1,32	1,367	
109	1039,65	1,36	1,414	
110	1075,37	1,41	1,462	640
115	1269,41	1,66	1,726	641,6
120	1491,28	1,96	2,028	643,1
125	1743,88	2,30	2,371	644,6
130	2030,28	2,67	2,772	646,1
135	2353,73	3,10	3,201	647,6
140	2717,63	3,58	3,696	649,2
145	3125,55	4,10	4,250	650,7
150	3581,23	4,71	4,710	652,2

Tableau II.

Températures.	Pression en atmosphères.	en kilogr. par cent. carré.
		kg
100°	1	1,033
120,6	2	2,066
133,9	3	3,099
144,0	4	4,132
152,2	5	5,165
159,2	6	6,198
165,3	7	7,231
170,8	8	8,264
180,3	10	10,330
199	15	15,495
213	20	20,660
225	25	25,825

Je fais remarquer que la chaleur totale de vaporisation représente la somme des calories nécessaires, d'une part pour élever l'eau de zéro à la température à laquelle la vaporisation se produit, d'autre part pour transformer l'eau en vapeur à cette température. On notera que la chaleur de vaporisation de l'eau diminue avec la température, puisqu'à 100° elle est de 537 calories (637 — 100), à 110° de 530 (640 — 110), à 150° de 512 (652 — 150).

Des appareils producteurs de la vapeur. — Les appareils *générateurs de vapeur*, ou *chaudières à vapeur*, sont aujourd'hui très nombreux.

On peut les diviser en chaudières à foyer extérieur, et en chaudières à foyer intérieur.

Les chaudières à foyer extérieur sont à un seul corps ou à bouilleurs. Les chaudières d'Alsace, remarquables par la stabilité de leur fonctionnement, sont généralement à trois bouilleurs.

Les chaudières à foyer intérieur ont comme type la machine Cornwall, modifiée par Galloway. Dans le type Cornwall, deux tubes à foyer sont placés dans la chaudière; dans le type Galloway, les deux tubes sont réunis par des tubulures après l'autel. Ces chaudières se font avec ou sans bouilleurs : horizontales, verticales, ou obliques.

Une classe particulière de chaudières, à foyer intérieur, ce sont les chaudières multi-tubulaires, dont l'idée première est due à Marc Séguin (1825). Elles présentent une grande surface de chauffe, et produisent une très grande quantité de vapeur en peu de temps, ce qui est un des points importants pour le teinturier [1]. Mais les incrustations s'y produisent plus aisément, et elles fonctionnent d'une façon moins stable. Elles peuvent être à flamme directe, ou à retour de flamme; elles peuvent être semi-tubulaires avec deux bouilleurs et une chaudière tubulaire, à faisceaux tubulaires amovibles, à foyer amovible, etc. A cette classe se rattachent les chaudières Farcot, Belleville, de Næyer; Hermann et Cohen dont

---

[1] On admet 100^{kg} de vapeur en une heure par mètre carré de surface de chauffe.

le foyer est à alimentation continue, Babcock et Wilcox, etc.

A certaines chaudières à vapeur sont adjoints, soit des réchauffeurs, tubes dans lesquels l'eau d'alimentation circule avant d'arriver à la chaudière et se trouve chauffée par contact avec les gaz de la combustion, soit des économiseurs, qui représentent des réchauffeurs multi-tubulaires.

Les machines motrices, qui sont mises en mouvement par la vapeur provenant de ces chaudières, peuvent être à condensation ou sans condensation.

Le teinturier, comme tout autre industriel qui se sert de chaudières à vapeur, doit contrôler avec soin leur production, pour arriver à établir leur rendement, c'est-à-dire la quantité de vapeur produite par kilogramme de combustible, et le prix du kilogramme de vapeur. Dans ce but, il déterminera le poids de la vapeur produite en jaugeant son eau d'alimentation et en ayant soin de déduire l'eau de vidange, et il pèsera sa houille.

1^{kg} de houille moyenne développe 7500^{cal}, et 1^{kg} d'eau pour se réduire en vapeur à la température de 100° réclame 637^{cal}. Il en résulte que 1^{kg} de houille moyenne pourrait produire théoriquement $11^{kg},770$ de vapeur. Mais dans la pratique une partie du charbon échappe à la combustion en tombant de la grille, le foyer perd de la chaleur par rayonnement, les différentes parties du fourneau en perdent par rayonnement et par conductibilité, les gaz qui s'échappent par la cheminée emportent avec eux une notable partie du calorique, et toutes ces causes font qu'on est loin d'atteindre la limite de $11^{kg},770$. Sous des générateurs cylindriques avec ou sans bouilleurs, on n'obtient en moyenne de 1^{kg} de houille que 6^{kg} à 7^{kg} de vapeur à la pression de 5 atmosphères, à condition que ces chaudières soient très bien établies. Sous les meilleures chaudières tubulaires, on va jusqu'à 8^{kg}, et même $8^{kg},500$, quand la pression de la vapeur est faible et qu'on chauffe au préalable l'eau d'alimentation.

Mais les dispositions qui permettent de consommer peu de charbon exigent des installations considérables, de grands générateurs, des réchauffeurs, etc. Aussi, dans bien des circonstances, une installation plus simple est-elle la meilleure. En outre, dans l'évaluation du prix de la vapeur, il faut tenir

grand compte de la qualité de cette vapeur. En effet, si l'on compte comme vapeur la quantité d'eau entraînée (ou primage), des chaudières très défectueuses pourront paraître à première vue économiques. Si la vapeur devait servir uniquement au chauffage, cet entraînement aurait moins d'inconvénient; mais, lorsqu'elle est utilisée en même temps dans des machines motrices, l'entraînement d'eau diminue le pouvoir moteur de la vapeur, cause une perte de chaleur, et expose à des coups d'eau dans les cylindres. On consommera moins de vapeur par cheval-heure à mesure que sa qualité deviendra meilleure, c'est-à-dire qu'elle sera plus sèche, pourvu que l'on emploie des machines qui l'utilisent bien dans chaque cas. C'est pourquoi la surchauffe ou séchage de la vapeur, étudiée tout particulièrement par Hirn, est-elle aujourd'hui entrée dans l'application industrielle.

Le séchage de la vapeur pouvant intéresser le teinturier en vue d'objets spéciaux, je décrirai en quelques mots quelques-uns des appareils proposés dans ce but.

Le *sécheur de Péclet* consiste en un simple récipient cylindrique intercalé sur la conduite de vapeur. Le tube d'arrivée de la vapeur est placé à une certaine distance au-dessus de l'eau de dépôt, de façon que la vapeur ne reprenne pas cette eau.

Le *séparateur d'eau système Kœrting* est muni, à l'intérieur, d'une tôle perforée; la tubulure de sortie forme coude dans le récipient.

Le *sécheur de Næyer* est constitué par deux ou plusieurs entonnoirs concentriques, séparés par des cloisons, de façon à former chicanes.

Le *sécheur de Ehlers* est constitué dans le même but par des cônes qui s'emboîtent.

Dans le *sécheur de Vinçotte* la vapeur vient frapper sur une surface hélicoïdale, et le choc, ainsi que le mouvement centrifuge qu'elle en reçoit, contribue à la débarrasser de l'eau d'entraînement.

Le *séparateur sécheur de vapeur de M. A. Blondel* repose sur l'emploi d'une spire terminée par un cône. La vapeur humide y passe avec vitesse, et prend un mouvement centrifuge. Comme l'eau possède une densité beaucoup plus grande que la vapeur, elle est projetée contre les parois du sécheur,

tombe au fond et est expulsée sous pression par une tubulure au moyen d'un extracteur.

On peut sécher la vapeur en la chauffant tout simplement au sortir du générateur dans un appareil à serpentin, où l'eau entraînée avec la vapeur se trouve vaporisée à son tour.

Il est moins difficile de chauffer la vapeur que de déterminer d'une façon précise la quantité d'eau entraînée. Hirn a proposé une méthode calorimétrique qui est fort délicate. M. Vinçotte a conseillé d'analyser comparativement l'eau d'alimentation de la chaudière à vapeur, et l'eau fournie par la condensation de la vapeur, cette dernière étant d'autant plus pure qu'elle renferme moins d'eau entraînée.

Distribution de la vapeur. — On emploie pour distribuer la vapeur des tuyaux en cuivre rouge, en fer étiré, ou en fonte. Le cuivre et le fer étiré conviennent pour tuyaux de faible diamètre, en vue de transporter la vapeur sous pression. On les fera en métal poli, de sorte que la quantité de chaleur transmise soit minimum. Ces tuyaux ont l'avantage de pouvoir se cintrer avec facilité. Leur longueur est de 4^m à 5^m. Leur diamètre doit être déterminé avec un grand soin. Trop grand, il augmente les frais d'achat et multiplie les surfaces de refroidissement, par suite les pertes de chaleur par rayonnement et les condensations. Trop petit, il tend à arrêter la circulation de la vapeur par suite du frottement, et l'on est alors obligé de maintenir dans le générateur une pression parfois exagérée. La vitesse du transport de la vapeur le plus généralement adoptée est de 20^m. Les tuyaux en fonte sont réservés principalement au transport de la vapeur à faible pression ou de la vapeur d'échappement; ils ont l'inconvénient de nécessiter des pièces spéciales pour les coudes et les tubulures. Ils ont généralement 2^m à 3^m de longueur.

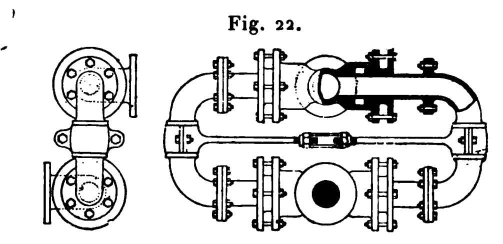
Ces tuyaux se raccordent le plus souvent au moyen d'un joint à collet ou d'un joint à emboîtement. L'étanchéité des joints à collet s'obtiendra par l'interposition d'un mastic de minium ou de fonte, d'une rondelle en caoutchouc vulcanisé, en amiante, en amiante caoutchouté, parfois même en étoupe suifée, ou en plomb qu'on recouvre au mastic de minium; l'étanchéité s'obtient parfois par le contact direct de deux

surfaces de bronze, ou au moyen d'une bague en cuivre rouge dont les extrémités pénètrent dans deux rainures circulaires, et sur lesquelles on opère le serrage. Les tuyaux en fer peuvent encore être vissés ou réunis à l'aide de manchons.

Les tuyaux pour le transport de la vapeur seront entourés d'une matière isolante en vue d'empêcher les pertes de chaleur et les condensations. Cette matière peut être du liège, de la paille, etc. L'un des meilleurs isolants que je connaisse consiste en un manchon de bourre blanche serrée avec une bande de calicot noirci. L'industriel ne peut trop veiller à prendre cette précaution, car le mètre carré de surface exposée à l'air peut condenser à l'heure jusqu'à 4^{kg} à 5^{kg} de vapeur. En empêchant la perte de chaleur au moyen d'une enveloppe convenable, l'industriel peut réduire cette condensation à $0^{kg},500$, réaliser par le fait une économie de combustible très notable, et diminuer d'autant la chute de pression due aux condensations.

Les conduites de vapeur sont soumises à des variations de température assez grandes, selon qu'elles sont ou ne sont

Fig. 22.



Compensateur de dilatation de MM. Geneste et Herscher.

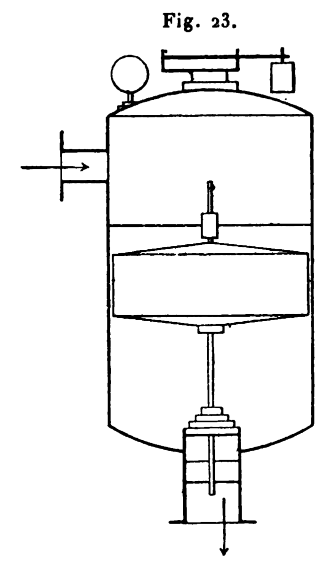
pas en service. Et comme ces variations de température amènent des dilatations notables (par exemple pour 1^m de cuivre courant, près de 2^{mm} de variation de longueur par variation de température de 100°), il est absolument nécessaire de permettre à cette dilatation de se produire librement. Sinon, la force considérable que la dilatation développe causera fatalement des ruptures et tous les accidents qui s'ensuivent. On compensera cette dilatation en intercalant aux endroits convenables des parties cintrées, ou en faisant reposer les tuyaux sur des roulettes, ou parfois même au moyen de compensa-

teurs de dilatation à presse-étoupe ou à rotules. La *fig.* 22 représente un de ces compensateurs.

Purgeurs automatiques. — Les conduites de vapeur qui prennent directement la vapeur à la chaudière doivent être fermées, si l'on veut que la pression dans le générateur conserve sa valeur. Mais il existe toujours des points où il se produit une condensation d'eau. Cette eau condensée est recueillie pour servir soit d'eau chaude, soit d'eau d'alimentation.

Les *purgeurs* ou *extracteurs d'eau de condensation* sont destinés à débarrasser les conduites de vapeur des eaux de

Fig. 23.



Purgeur d'eau de condensation Péclet.

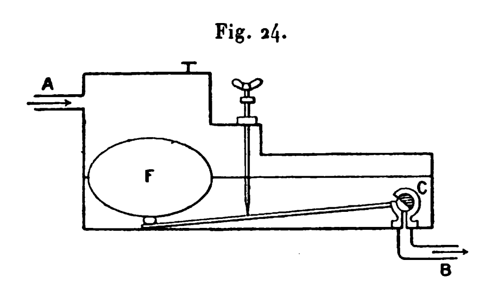
condensation, tout en empêchant la vapeur de s'échapper. Un très grand nombre de dispositifs, parfois très ingénieux, ont été proposés dans ce but, sans que la solution du problème ait été souvent obtenue en pratique, car il faut non seulement que le fonctionnement du purgeur soit théoriquement exact, mais encore que l'appareil soit robuste, facile à régler, et qu'il puisse supporter un long abandon à lui-même.

Dans le *purgeur Péclet* (*fig.* 23), l'eau de condensation

soulève un flotteur, qui commande une soupape, par laquelle l'eau s'écoule. Le flotteur s'abaisse avec l'eau et vient refermer cette soupape avant que la communication se soit établie entre la vapeur et l'orifice d'écoulement. Ce purgeur ne convient que pour la vapeur d'échappement, car la vapeur à haute pression nuit au fonctionnement normal du flotteur.

L'*extracteur automatique de M. A. Blondel* présente un dispositif analogue. La *fig.* 24 montre en A la communication

Fig. 24.



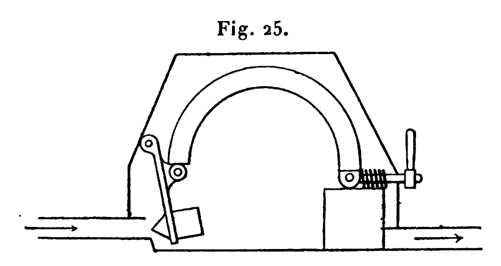
Extracteur automatique de M. A. Blondel.

avec la vapeur, en F le flotteur sphéroïdal creux actionnant le robinet de retenue C qui communique au tuyau d'écoulement B. A la partie supérieure de l'appareil, se trouve un robinet purgeur d'air.

En effet, il est indispensable de purger de temps à autre l'air qui s'amoncelle dans les conduites.

Le *purgeur automatique à dilatation* du même constructeur (*fig.* 25) repose sur la dilatation d'un tube-ressort qui,

Fig. 25.



Purgeur automatique à dilatation de M. A. Blondel.

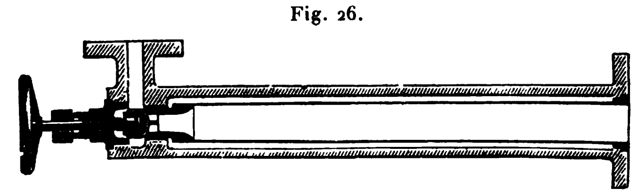
échauffé et dilaté par la vapeur, conduit une soupape sur son

siège en s'opposant à la sortie de vapeur pour ne laisser sortir que l'eau.

A froid, la soupape est ouverte et laisse passer l'air et l'eau froide. Lorsque la vapeur arrive, le ressort se dilate et la soupape se ferme. Mais, dès que l'eau s'est refroidie aux environs de 100°, la soupape s'ouvre de nouveau et la purge se produit. Ce purgeur ne convient pas pour les cas exigeant une extraction immédiate; c'est l'appareil précédent qu'il faut prendre. Le purgeur à dilatation convient dans les cas où l'écoulement se fait sans à-coup, par exemple dans les appareils de chauffage. Pour que le refroidissement se fasse très rapidement et amène en quelque sorte une série de mouvements oscillatoires de la soupape, et par conséquent une purge presque ininterrompue, il est utile de faire le tuyau aboutissant au purgeur d'une certaine longueur et d'un petit diamètre.

Le *purgeur automatique à dilatation de MM. Koerting frères* (*fig.* 26) est basé sur la dilatation d'un métal sous

Fig. 26.



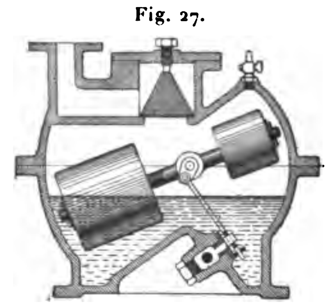
Purgeur à dilatation de MM. Koerting frères.

l'action de la chaleur. Dans un tuyau en fonte est fixé un tube en métal par l'une de ses extrémités; son autre extrémité peut jouer librement et se ferme par un cône de soupape. On ajuste ce cône, au moyen du petit volant. de façon que la soupape soit fermée au juste quand le métal est à la température de la vapeur. Dès qu'il entre de l'eau de condensation, le tuyau en métal se refroidit et se raccourcit, et l'eau s'évacue. La vapeur, dès qu'elle revient en contact, dilate à nouveau le tube et ferme la soupape.

Dans le *purgeur de MM. Geneste et Herscher* (*fig.* 27), deux contre-poids de volume et de densité différents commandent, par l'intermédiaire d'un levier, un tiroir dont le déplacement ouvre ou ferme l'orifice d'écoulement de l'eau de condensa-

tion. Celle-ci en arrivant dans le purgeur noie le contre-poids le plus volumineux et le moins lourd, lui fait perdre de son poids et le levier agit sur le tiroir pour ouvrir l'orifice d'écou-

Fig. 27.

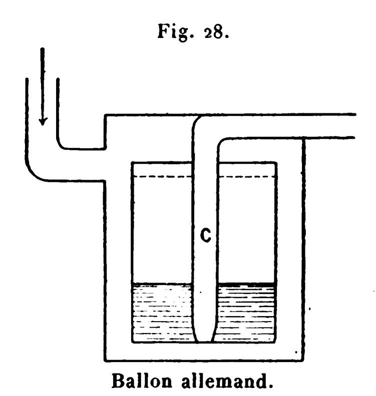


Purgeur à contre-poids de MM. Geneste et Herscher.

lement. Mais si l'eau baisse jusqu'à une certaine limite, c'est l'autre contre-poids qui agit à son tour pour amener la fermeture de l'orifice. La force nécessaire pour vaincre le frottement du tiroir n'est que le quart de la pression totale qui s'exerce sur sa surface. Comme l'orifice d'écoulement reste toujours noyé sous l'eau de condensation, il ne peut pas y avoir de sortie de vapeur.

Dans le *ballon allemand* (*fig.* 28), l'eau de condensation

Fig. 28.



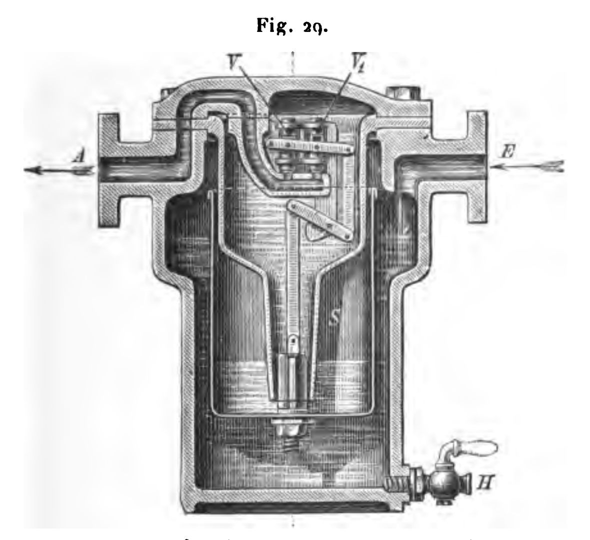
Ballon allemand.

qui arrive dans le purgeur est chassée par pression dans un tube de purge C pénétrant usqu'à la partie inférieure du ballon.

Ce tube est obturé à son extrémité par le fond d'un baquet flottant. Lorsque l'eau de condensation arrive, elle finit par passer à un moment donné par-dessus les bords de ce baquet; il s'enfonce et démasque l'orifice du tube de sortie C; dès que le baquet est suffisamment vidé, il se relève de nouveau. Ce purgeur a le grave inconvénient que le baquet se colle parfois, lorsqu'il existe dans le liquide des matières grasses ou poisseuses, et l'appareil ne fonctionne plus.

Dans le *purgeur à double soupape de MM. Koerting* (*fig.* 29),

Fig. 29.



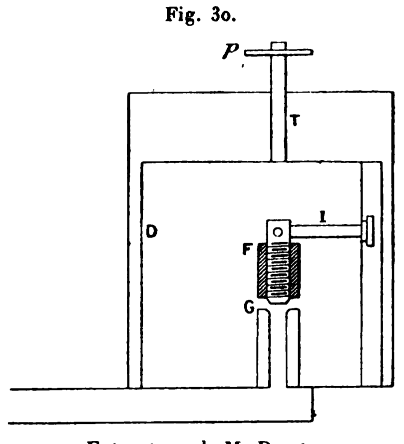
Purgeur à double soupape de MM. Koerting.

l'eau de condensation entre en E, remplit le flotteur S, le force à descendre, ce qui ouvre la soupape V par où l'eau s'écoule. Une seconde soupape V', reliée au flotteur par un bras de levier assez long, s'ouvre également quand il se produit un grand afflux d'eau de condensation, par exemple quand la vapeur commence à arriver dans une installation de chauffage pour séchoir.

L'*extracteur universel de M. Prost* (*fig.* 30) a pour organe moteur de sa soupape d'évacuation une cloche en cuivre D solidaire d'une tige T guidée à sa partie supérieure par un

croisillon P, coulissant dans des guides hélicoïdaux B. Par conséquent, lorsque la cloche monte ou descend sous l'action des condensations, elle reçoit en même temps un mouvement de rotation qu'elle communique au bras I de la vis F, et fait ainsi s'ouvrir ou fermer la soupape G. La vapeur arrive en V par la tubulure inférieure et l'évacuation se fait en E par la

Fig. 30.

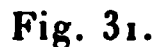


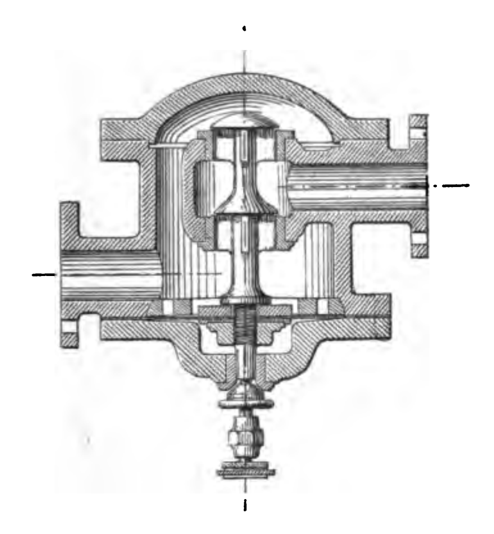
Extracteur de M. Prost.

tubulure supérieure. L'appareil étant rempli d'eau, la condensation se bornera à déplacer cette eau, qui s'évacuera par E, mais dès que la vapeur pénétrera sous la cloche, celle-ci sera soulevée et fermera la soupape G.

Régulateurs de pression de vapeur. — Une autre classe d'appareils dont l'utilité est très grande pour plusieurs des opérations qui accompagnent la teinture, en particulier pour la cuite des couleurs et des colles, et dans un grand nombre de machines à sécher, à apprêter ou à vaporiser, ce sont les *régulateurs de pression de vapeur*. On les établit à l'entrée de la canalisation de façon à rendre la pression dans les conduites indépendante des variations qui peuvent se produire dans le générateur de vapeur. Cette précaution est particulièrement indispensable lorsqu'on emploie des chaudières à vapeur rapides et à pression très élevée.

Le *régulateur de pression à membrane et ressort de MM. Geneste et Herscher* (*fig.* 31), comprend une chambre recevant


Fig. 31.



Détendeur de vapeur de MM. Geneste et Herscher.

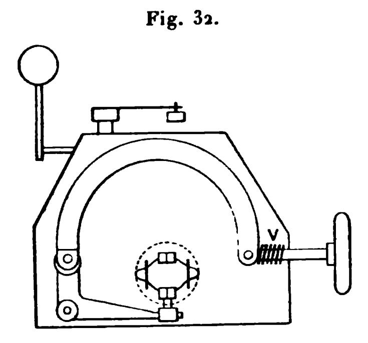
la vapeur en pression, deux soupapes équilibrées fixées sur un même axe, et une chambre de détente. La base de celle-ci est fermée par une membrane en cuivre mince sur laquelle s'exerce la pression réglée. Elle est traversée par l'axe même des soupapes dont l'extrémité vient buter contre un ressort à lames. On peut faire varier à volonté la tension de ce ressort, et par suite la pression réglée.

Le *régulateur détendeur* (*système Belleville*), comprend une chambre d'arrivée de vapeur, où l'ouverture du tuyau adducteur peut être fermée par un tiroir équilibré. Ce tiroir est relié à un piston plongeur, sur lequel agit un levier soumis à l'action d'un contre-poids et d'un ressort à boudin. On règle à volonté la pression du ressort, en faisant varier le poids du contre-poids. Le piston plongeur soulevé par une pression exagérée met en mouvement le tiroir équilibré qui obstrue

l'arrivée de vapeur de façon que la pression réglée se rétablisse aussitôt.

Dans le *détendeur régulateur de vapeur de M. A. Blondel* (*fig.* 32), une soupape équilibrée est mue au moyen d'un

Fig. 32.



Détendeur régulateur de vapeur de M. A. Blondel.

ressort-tube contenant des matières facilement dilatables, par exemple du pétrole. La course du ressort est réglée à volonté au moyen d'une vis sans fin V, pour des températures variant de 50°, c'est-à-dire pour des pressions pour lesquelles il est réglé. Ce ressort-tube est toujours baigné dans la vapeur détendue; il est directement impressionné par cette vapeur. Une fois réglé, il ferme exactement la soupape obturatrice à la pression marquée sur l'indicateur manométrique. Une soupape de sûreté est placée au-dessus de l'appareil pour le cas de déréglage ou d'obstruction quelconque. L'appareil est absolument automatique.

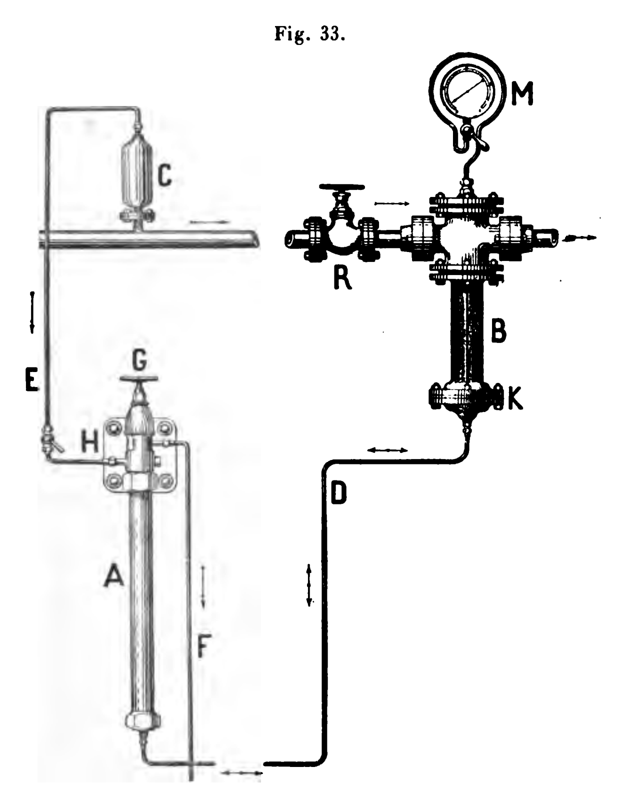
Enfin je décrirai comme dernier exemple l'*appareil régulateur de pression de M. Jules Grouvelle* (*fig.* 33). Cet appareil comprend deux parties distinctes : 1° un servo-régulateur A qui est l'organe de manœuvre, 2° un régulateur asservi B qui est l'organe de réception du réglage.

Le servo-régulateur A est constitué par une capacité cylindrique; la vapeur y arrive par la partie supérieure en H, après avoir traversé l'épurateur C. Son débit peut être réglé par un robinet. Elle pénètre d'ailleurs dans le servo-régulateur par un ajutage très petit. Sa pression y est rigoureusement fixée

par une soupape chargée de ressorts dont on fait varier à volonté la tension en agissant sur la molette G. On détermine ainsi dans la chambre H, à la partie supérieure du servo-régulateur, une pression définie, mais variable à volonté.

Cette pression se transmet, grâce à une transmission hydrau-

Fig. 33.



Appareil régulateur de pression de M. J. Grouvelle.

lique, à l'appareil récepteur, c'est-à-dire au régulateur asservi. Cette transmission s'effectue par le tube D rempli d'eau glycérinée.

Le régulateur asservi, ou détendeur B, est constitué par un piston équilibré qui agit sur la conduite de vapeur R et qui est relié par une tige à une membrane en caoutchouc placée

dans la bride inférieure K. Cette membrane très flexible est baignée sur sa face inférieure par l'eau glycérinée du tube B et sur sa face supérieure par de l'eau refroidie qui est soumise à l'action directe de la vapeur détendue.

La membrane K reçoit sur sa face inférieure la pression qui a été déterminée dans le servo-régulateur A, et force par l'intermédiaire du piston la vapeur de la conduite R à prendre la même pression.

Le très léger excès de vapeur et l'eau de condensation de la chambre H s'écoulent par le tuyau F. Un manomètre M indique la pression réglée.

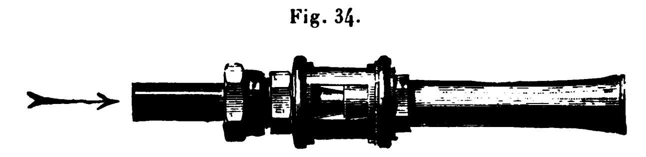
Ce régulateur est très sensible. Il règle sans oscillations; il a le grand avantage de pouvoir agir aux plus basses pressions, même à $0^{kg},1$. Enfin un seul organe de manœuvre suffit pour actionner plusieurs organes de réception, plusieurs détendeurs qui peuvent être placés sans le moindre inconvénient à n'importe quelle distance de l'organe de manœuvre. Cet appareil, dû à M. Jules Grouvelle, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, fort ingénieusement conçu, fonctionne très bien en pratique.

Utilisation de la vapeur pour le chauffage dans les teintureries. — La chaleur que la vapeur d'eau abandonne en se condensant n'est pas seulement utilisée dans les teintureries pour chauffer les cuves et autres appareils à teindre. Elle l'est encore pour chauffer les appareils à préparer les extraits de bois de teinture et les apprêts, pour chauffer les cylindres et les plaques des encolleuses, dans un grand nombre de machines à sécher et à apprêter, enfin dans les séchoirs. Nous reviendrons sur cette dernière utilisation en parlant du séchage. Je me bornerai ici à parler de l'application au chauffage des cuves de teinture.

Chauffage par barbotage. — C'est le moyen le plus économique d'utiliser la vapeur; il n'exige ni purgeur ni retour d'eau. Le barboteur peut être un simple tuyau en cuivre, de forme quelconque, percé de trous, le mieux latéralement; dans la *fig.* 34, qui représente un barboteur sans bruit, il se compose de deux cônes concentriques; le cône intérieur sert

à lancer le jet de vapeur qui produit un entraînement d'eau dans le second cône et échauffe cette eau en se condensant. Cet injecteur amène ainsi d'une façon continue de l'eau chauffée, il fonctionne sans bruit appréciable. Ce mode de chauffage a plusieurs inconvénients. D'abord, il ne permet pas d'élever la température des bains jusqu'à l'ébullition, à cause de l'agitation du bain. Ensuite, il cause beaucoup d'agitation et occasionne facilement du feutrage. Enfin, la vapeur condensée vient diluer le bain de teinture et augmente dans une proportion fort grande le volume de l'eau. En effet, supposons une barque à teindre 50^{kg} de coton, contenant 900^{lit}

Fig. 34.



Barboteur silencieux pour le chauffage.

d'eau. Pour chauffer cette quantité de liquide de 10° à 90°, il faut 900 (90 — 10) calories, soit 72000^{cal}. Or si l'on emploie de la vapeur à 4 atmosphères, la chaleur totale de la vapeur à cette température étant environ de 650^{cal} (*voir* Tableau I, p. 73), cette vapeur abandonnera 550^{cal} par kilogramme pour se condenser à 100°, et 10^{cal} pour s'abaisser de la température de 100° à la température de 90°. Chaque kilogramme de vapeur condensée est donc susceptible de fournir 560^{cal}; pour obtenir les 72000^{cal} nécessaires, il nous faut par conséquent environ 130^{kg} de vapeur. Ces 130^{kg} de vapeur viendront porter le volume du liquide de 900^{lit} à 1030^{lit}, ce qui correspond à une augmentation de volume de près de 15 pour 100. En pratique, l'augmentation de volume dépasse ce chiffre à cause des pertes de chaleur résultant du parcours de la vapeur dans les tuyaux, et à cause de la dilatation même de l'eau chauffée.

Le chauffage par barbotage présente encore pour les teintureries le grand inconvénient d'amener par entraînement dans les cuves de teinture, soit que l'on prenne la vapeur directement à la chaudière, soit qu'on utilise la vapeur

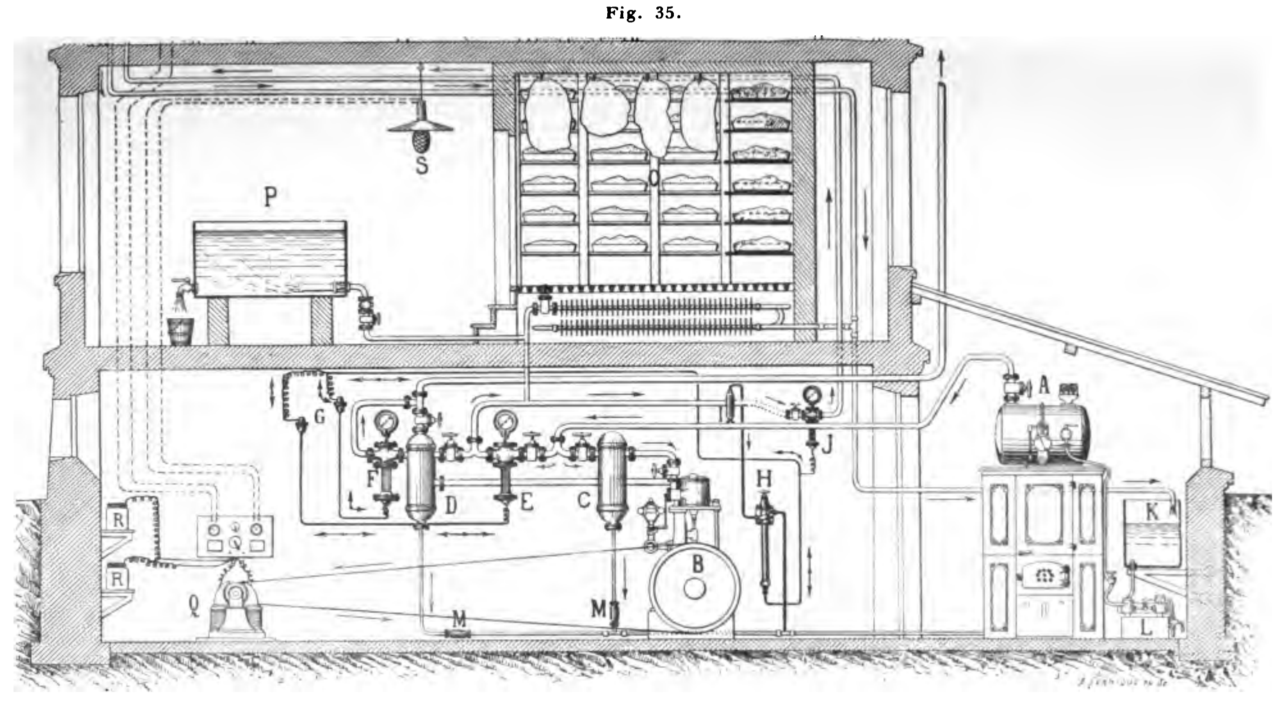
d'échappement d'une machine motrice, des matières étrangères, substances désincrustantes, graisses, etc.

On peut retenir la graisse en faisant passer la vapeur, avant son entrée dans les conduites, dans un appareil *barboteur à eau*, simple récipient intercalé sur la conduite de vapeur, et où le tuyau d'arrivée de celle-ci débouche sous une couche d'eau.

Un type de *machine sans graissage* a été inventé par MM. *Grouvelle, Douane, Jobin et Cie*, et il est opportun de le citer ici. Dans cette machine sans graissage, les tiroirs et le cylindre ne sont pas graissés, la vapeur d'échappement est donc pure et son eau de condensation peut être employée à chauffer les bains de teinturerie par barbotage sans craindre les taches de graisse. Cette machine utilise l'énergie disponible dans la vapeur, et la rend ensuite sous une pression inférieure, mais déterminée et régulière pour d'autres utilisations. La *fig.* 36 donne une vue synthétique des applications de cette machine à différents objets. B est la machine à vapeur sans graissage, C est un déjecteur, D un égalisateur de pression, E la soupape d'admission, F la soupape d'échappement, H un servo-régulateur de pression du système Grouvelle avec sa prise de vapeur en I, J le détendeur de ce système, tel que je l'ai décrit plus haut, p. 87, K le réservoir des retours d'eau condensée, MM des purgeurs automatiques. Q est une dynamo avec ses accumulateurs R, ses lampes S. La vapeur d'échappement de la machine, distribuée sous la pression voulue, est utilisée dans l'installation figurée à chauffer une cuve par barbotage en P et à chauffer un séchoir O au moyen de tuyaux à ailettes; puis elle sert dans d'autres parties du bâtiment à chauffer des appareils de chauffage.

Chauffage par double fond. — Le chauffage par double fond ou par serpentin fermé est le plus rationnel; on en voit l'application dans les *fig.* 60 et 86. Mais ce mode de chauffage exige des purgeurs et des retours d'eau condensée. Le retour indirect au moyen d'un réservoir est préférable au retour direct; celui-ci semble plus simple à première vue, mais il entraîne des complications pour vaincre la pression dans la chaudière. Les doubles fonds ou les serpentins seront en

Fig. 35.



Vue synthétique de l'utilisation de la vapeur avec machine sans graissage, système Grouvelle, Douane, Jobin et Cie.

cuivre bien poli et bien propre, le plus mince possible, afin que la quantité de chaleur transmise soit maxima. Pour évaluer approximativement cette quantité, on peut se baser sur ce que le mètre carré de surface de cuivre, d'une épaisseur de $0^{m},001$, transmet 75000^{cal} par heure, lorsque la vapeur qui remplit le double fond est à 100°; cette transmission peut être 6 à 7 fois plus grande, lorsque, de l'autre côté de la paroi, l'eau circule d'une façon continue.

Autres modes de chauffage. — Je signalerai également le chauffage par bain-marie, employé particulièrement pour les appareils de laboratoire. J'en parlerai dans l'Appendice I consacré au matériel de laboratoire.

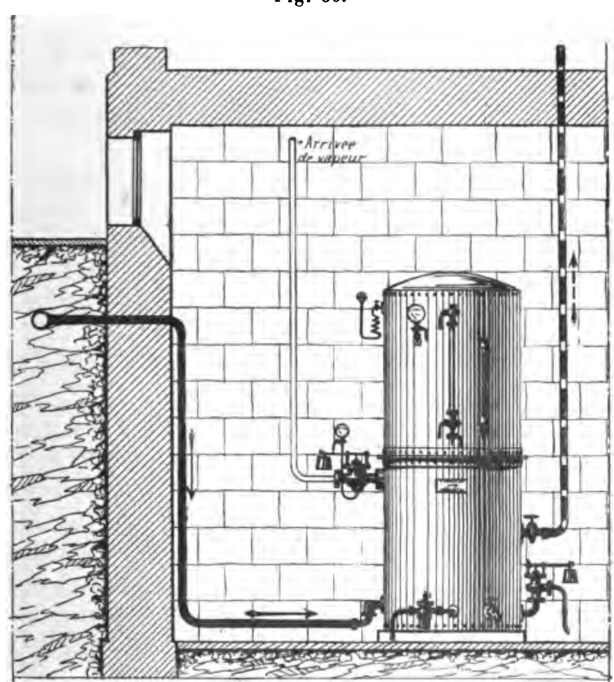
Je ne dirai que fort peu de chose du système qui consiste à chauffer l'eau en dehors des appareils utilisateurs et à l'y envoyer au fur et à mesure des besoins. Ce système revient en quelque sorte à envoyer directement l'eau elle-même du générateur. Si l'eau ne se trouve qu'à 100°, les pertes de chaleur pendant le trajet abaissent sa température; il en résulte qu'on ne peut avec de l'eau à 100° faire monter la température des bains que jusqu'à une limite restreinte. Si elle se trouve à 120° ou 140°, elle est d'un maniement moins commode que la vapeur; en particulier, un essai fait récemment à Boston par une compagnie a montré qu'elle corrode avec énergie les conduites métalliques. De plus, ce mode de chauffage a le même grand inconvénient que le chauffage par barbotage d'augmenter dans une proportion énorme le volume des bains.

Cependant il est employé dans des cas spéciaux où il peut rendre de grands services. On chauffe l'eau au moyen d'un jet de vapeur en dehors de l'appareil utilisateur dans des appareils construits tout exprès pour cet objet. La *fig.* 36 représente un de ces appareils construit par M. Carré. L'eau élevée d'un puits arrive par le bas; elle est échauffée par un jet de vapeur dans le cylindre; elle est envoyée dans l'appareil utilisateur par le tuyau de sortie sous une pression d'air comprimé.

On a proposé aussi de placer les serpentins, non plus dans les cuves et appareils eux-mêmes, mais en dehors dans une

sorte d'annexe à la cuve, qui constitue un réchauffeur : ce système est analogue au précédent. Le liquide est envoyé de la cuve de teinture, par exemple, au réchauffeur au moyen d'une pompe, et il est ramené dans la cuve par une sorte de circulation continue. Ce mode de chauffage, très heureusement combiné, a été appliqué pour l'extraction des bois de

Fig. 36.



Appareil à chauffer l'eau de MM. Carré fils aîné et Cie.

teinture, pour la circulation des lessives dans les appareils de blanchiment et pour le chauffage des bains de teinture. On verra un dispositif dece genre dans la *fig.* 93.

Enfin on a cherché à utiliser la chaleur perdue des bains de teinture. Si, en effet, on envoie au ruisseau 1000^{lit} d'eau à 90°, ceci représente une perte de chaleur qu'on peut évaluer à $1000\ (90 - 10)$ soit 80000^{cal}, ou, si l'on veut, une perte

correspondante en charbon, puisque c'est du charbon qui a produit ces calories. Il y a donc avantage à utiliser, si l'on peut, une partie de cette chaleur. Je citerai dans cet ordre d'idées l'appareil de M. J. Dawson, où l'eau des cuves, après une filtration rapide, passe dans une série de tuyaux disposés dans un réservoir. Ce réservoir est rempli d'eau neuve, et la température de cette eau se trouve relevée parce qu'elle prend de la chaleur aux tuyaux qui renferment les eaux de vidanges. Je ferai remarquer qu'on a le plus grand avantage à mettre en mouvement, à l'aide de l'agitateur le plus simple qu'on veuille concevoir, l'eau du réservoir, de façon à renouveler les contacts avec les tuyaux; c'est là un point qui manque à tous les dispositifs proposés jusqu'à ce jour.

La vapeur qui se condense en brouillard dans l'atmosphère des ateliers de teinture est souvent bien gênante. Cette condensation se produit surtout par les temps froids. La ventilation ne suffit pas à remédier à cet inconvénient; il faut, pour le combattre, chauffer l'air des ateliers à une température convenable.

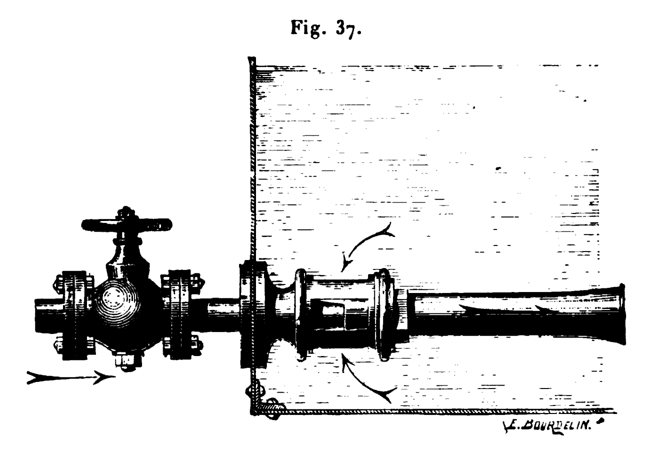
Régulateurs automatiques de température. — Le réglage automatique de la température est la dernière question que je traiterai dans ce Chapitre. Je me bornerai d'ailleurs à indiquer quelques-uns des meilleurs appareils.

Le *régulateur automatique de M. A. Detay* (*fig.* 37) construit par M. F. Dehaitre, est spécialement destiné à régler la température des cuves chauffées par barboteur ou par serpentin. Il est constitué par une colonne de liquide renfermée dans un tube métallique et venant, lorsqu'une différence de température fait dilater le volume du liquide, appuyer sur un clapet qui ferme l'entrée de vapeur. Un écrou de réglage permet de régler la course du clapet suivant les limites de température entre lesquelles on veut faire fonctionner l'appareil.

Le *thermo-régulateur automatique de M. A. Blondel* est d'un emploi plus général. L'appareil est fondé sur le même principe que le détenteur du même constructeur (*voir* p. 86). Une soupape équilibrée est mue au moyen d'un levier par un ressort-tube, contenant une matière dilatable : du pétrole.

Cette soupape est disposée dans une boîte de façon à commander une conduite de vapeur. Le ressort-tube est placé en dehors de la boîte dans le milieu dont on veut régler la température. Au moyen d'une vis sans fin, on règle la course du

Fig. 37.



Régulateur automatique de température pour bains de teinture système Detay.

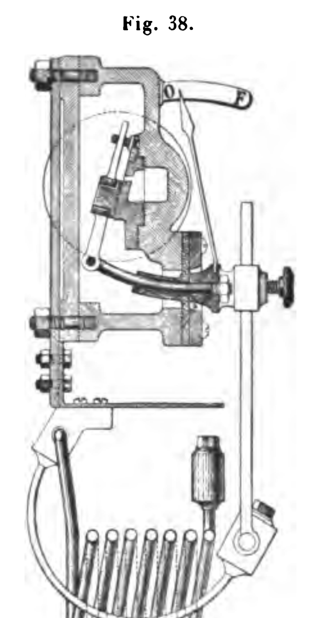
ressort-tube de façon que, pour une température donnée, il force la soupape à venir obturer la prise de vapeur.

Le *régulateur de température de MM. Geneste et Herscher* (*fig.* 38) est basé également sur la dilatation ou la contraction d'un liquide; celui-ci est contenu dans le serpentin que l'on voit au bas de la figure. La variation de volume agit pour déformer un tube manométrique et déplacer son extrémité libre. Ce déplacement est transmis par un levier à une tige guidée qui ouvre ou ferme l'ouverture de la vapeur. Une aiguille dont l'extrémité se déplace sur le secteur gradué OF permet de connaître à tout instant le degré d'ouverture de l'orifice d'admission.

Dans le *régulateur automatique de température de M. Grouvelle* (*fig.* 39), un thermomètre agit, par l'intermédiaire d'un clapet très léger relié à une membrane flexible, sur le débit d'un faible courant de gaz d'éclairage, fourni à une pression rigoureusement constante. Ce courant alimente un bec qui

brûle à la partie inférieure d'un tube métallique fixé à sa partie supérieure. Il en résulte des dilatations et des contractions du tube correspondant aux oscillations thermométriques. Ces variations de longueur sont transmises par l'intermédiaire de

Fig. 38.



Régulateur de température de MM. Geneste et Herscher.

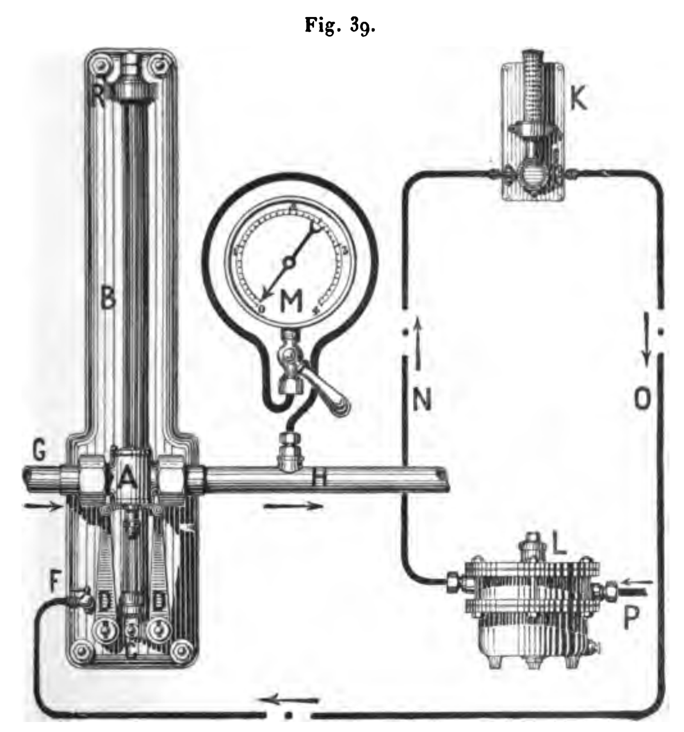
leviers aux organes de réglage, par exemple à la prise de vapeur.

La figure montre ce régulateur disposé pour régler le débit d'une conduite de vapeur alimentant un appareil de chauffage destiné à maintenir une température constante. K est le thermomètre agissant sur le débit du gaz, thermomètre qui peut être placé à n'importe quel endroit. Le gaz arrive en P, traverse le régulateur de pression L, parvient par la canalisation N au thermomètre K, et se rend par la canalisation O au régulateur de température. A est le brûleur, B le tube de dilatation dont l'extrémité R est fixe, mais dont

l'extrémité C est libre et agit par les leviers d'ampliation D sur l'arrivée de vapeur G. La vapeur dont le débit a été ainsi régularisé continue son chemin par le tube H, sur lequel un manomètre indique sa pression.

Cet appareil ne convient pas seulement comme régulateur de température, mais il convient également comme régulateur

Fig. 39.



Régulateur automatique de température de M. J. Grouvelle.

de pression. D'une façon générale, il peut être appliqué au réglage d'un phénomène physique quelconque, à condition que l'on dispose de gaz d'éclairage, puisque c'est le débit du brûleur A qui représente le principe essentiel du réglage.

Dans les appareils fermés où l'on chauffe par admission de vapeur, par exemple dans les appareils à vaporiser, le réglage automatique de la température se fera par l'intermédiaire du

régulateur de pression, puisqu'à chaque tension de vapeur donnée correspond une température déterminée. Par conséquent, régler la pression à telle atmosphère, c'est régler en même temps la température à tel degré.

TROISIÈME SECTION.

DE LA CIRCULATION DES LIQUIDES.

La question de la circulation des liquides dans une teinturerie ne manque pas d'importance. Mais c'est une question générale, comme l'était d'ailleurs celle de la production de vapeur, et je me bornerai à rappeler les points principaux, renvoyant pour plus de détails aux traités spéciaux.

Le système de circulation des liquides dans une teinturerie doit assurer le remplissage et la vidange aisée et rapide des cuves, appareils et machines de toutes sortes qui servent au teinturier pour le dégraissage, le blanchiment, la teinture, le lavage, etc. Il doit assurer également le bon fonctionnement des appareils d'épuration d'eau, et fournir de l'eau sous pression pour le service des presses hydrauliques, des monte-charges, et dans certains locaux pour le service d'incendie. Enfin un dispositif simple et aisé doit réaliser sans danger le transvasement et la circulation des liquides corrosifs et acides.

C'est l'eau qui est l'objet presque exclusif de la circulation des liquides dans une teinturerie. Eau pure, pour garnir et remplir les appareils, eau de vidange, lorsque les opérations étant terminées il s'agit de vider les appareils, eau sous pression, pour le service d'incendie, des presses, des monte-charges, etc. Cette eau est puisée d'une source, d'un puits, d'une rivière. Il s'agit de l'élever et de la mettre sous pression.

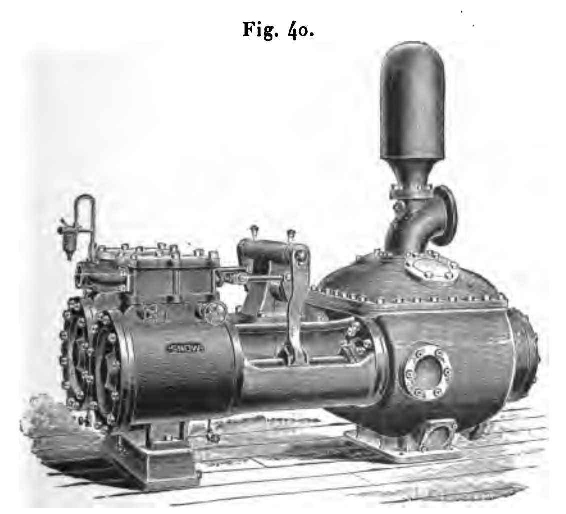
Parmi les appareils élévateurs, je ne fais que citer les chapelets, les norias, les roues élévatoires à godets, la vis d'Archimède décrits dans tous les traités de Mécanique. Ils ne sont d'ailleurs employés que dans des cas tout à fait spéciaux.

Pompes. — L'appareil élévateur par excellence, c'est la *pompe*.

Les systèmes de pompes utilisés sont très nombreux : pompes à piston aspirantes, foulantes, ou aspirantes et foulantes, selon que le piston est au-dessus du liquide à élever ou au même niveau; pompes rotatives, où l'eau est aspirée par un piston qui se meut circulairement, et recueillie dans des poches et versée dans un tuyau; pompes centrifuges, où l'eau est appelée au centre d'un tambour ou d'une roue à aubes tournant rapidement dans une enveloppe et est projetée par la force centrifuge vers la circonférence.

Les *pompes élévatoires à piston* à mouvement rectiligne alternatif sont extrêmement nombreuses. Elles se différencient entre elles par la disposition des pistons et des clapets : pompes Aubry, Farcot, Japy, Klein, Letestu, Niness, Thirion. Elles peuvent être *à action directe,* lorsque le piston à vapeur actionne directement le piston à eau : celles-ci sont peu encombrantes, sans intermédiaires, mais elles demandent beaucoup de combustible, et leur vitesse est limitée : pompes Farcot, Merryweather, Locoge, Snow, Stapfer, Tangye, Thirion, Westinghouse, Worthington. La *fig.* 40 représente, à

Fig. 40.



Pompe à action directe, système Snow.

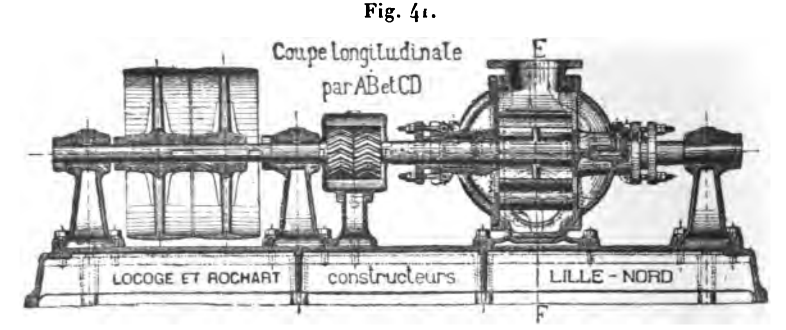
titre d'exemple, la vue générale de la pompe hydraulique, système Snow à action directe. Le type figuré est destiné

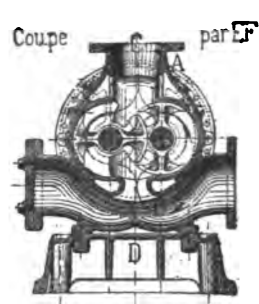
aux refoulements modérés. C'est une pompe robuste et tenant peu de place.

Les *pompes rotatives* sont à un axe et à palettes, ou à deux axes avec engrenages. Elles font beaucoup de bruit. Elles ont à supporter beaucoup de frottement, par conséquent elles subissent une usure assez rapide; mais elles sont faciles à mettre en mouvement et conviennent très bien pour pompes portatives. Je citerai les systèmes Anceaux et Kuntzel, Behrens, Greindl, Henry, Hirt, Japy, Laroche, Moret et Broquet, Noël, Petit, Portland, Samain, Skinner, Stolz et Dietz.

La *fig.* 41 donne la coupe de la *pompe* système *Greindl,*

Fig. 41.





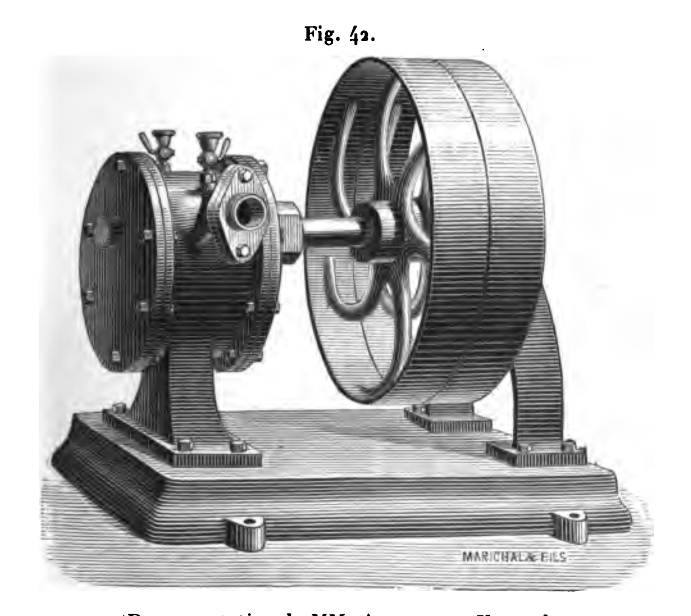
Pompe rotative, système Greindl, de MM. Locoge et Rochart.

de MM. Locoge et Rochart. Cette pompe se compose d'une double boîte cylindrique correspondant aux deux cylindres d'une pompe ordinaire; dans cette boîte se meuvent deux rouleaux cylindriques faits de deux palettes, et de deux échan-

crures; les unes passent dans les autres sans cesser le contact. Chacune des palettes fait office de piston. Pour assurer l'uniformité de l'eau, des poches latérales contre-balancent les intermittences et les effets d'inertie.

La *fig.* 42 représente la *pompe rotative à palettes de MM. Anceaux et Kuntzel*, et la *fig.* 43, la *pompe rotative* aspirante et foulante de *M. A. Hirt*, manœuvrée à bras d'homme.

Fig. 42.



Pompe rotative de MM. Anceaux et Kuntzel.

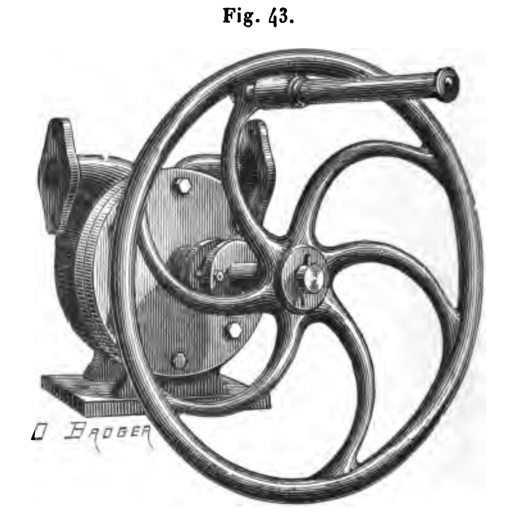
Celle-ci peut aspirer à 8^{m} de profondeur, avec clapet de retenue au bas de l'aspiration, et refouler à 20^{m} de hauteur, avec un rendement de 2000^{lit} à l'heure. Les pompes rotatives peuvent servir pour liquides chauds et liquides épais, mais les corps durs, comme le sable, leur sont préjudiciables.

La pompe Anceaux et Kuntzel (*fig.* 42), se compose d'une pièce principale ou tambour qui tourne dans le corps de pompe en conservant toujours, par rapport à lui, une position excentrée. Quatre palettes glissent dans les mortaises du tambour de façon à sortir et à rentrer alternativement

pendant son évolution. Ces palettes sont maintenues en contact permanent avec la paroi intérieure du corps de pompe, au moyen de ressorts à boudin, qui servent en outre à compenser l'usure, au fur et à mesure que celle-ci se produit. La pompe est aspirante ou foulante en changeant le sens de la rotation.

La première *pompe centrifuge* remonte à Le Demours, 1732. Ces pompes donnent un débit considérable, à cause de leur

Fig. 43.



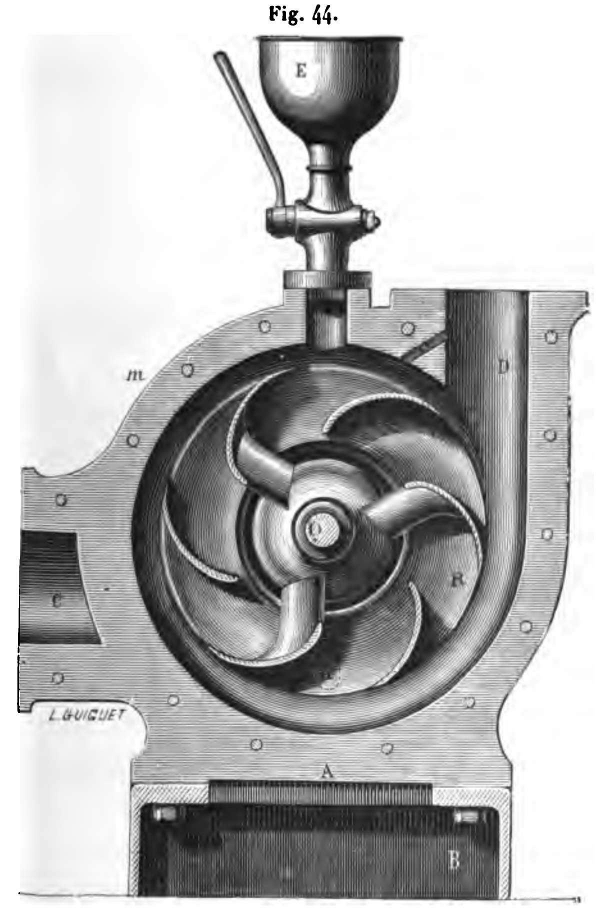
Pompe rotative de M. A. Hirt.

écoulement continu et de sa vitesse. Elles conviennent pour monter de grands volumes à des hauteurs de quelques mètres. Elles conviennent également pour la vidange, car les eaux troubles ne nuisent pas à leur fonctionnement. Je citerai parmi les systèmes ceux de Appold, Coignard, Decœur, Dumont, Edoux, Farcot, Gwynne, Harant, Lacour, Maginot.

La *fig.* 44 représente l'une de ces *pompes centrifuges, système L. Dumont*. Le corps de pompe est composé de deux coquilles *m* réunies par des boulons et renfermant une roue à aubes ou turbine R formée de deux joues latérales réunies par des aubes; le moyeu est calé sur l'axe Q. L'axe traverse

un presse-étoupe, il est monté sur deux paliers et est muni, à son extrémité, d'une poulie au moyen de laquelle il reçoit son mouvement. C est le tuyau d'aspiration qui se bifurque

Fig. 44.



Pompe centrifuge, système L. Dumont (vue de face).

de part et d'autre du corps de pompe en deux conduits aboutissant aux ouvertures centrales de la turbine R. D est le tuyau de refoulement. Le robinet avec entonnoir E sert à remplir d'eau la pompe et le tuyau d'aspiration, pour amorcer. Le

petit conduit *c* a pour objet de purger l'air qui pourrait s'accumuler au sommet du corps de pompe. Si l'on suppose la pompe pleine d'eau et un mouvement de rotation imprimé à la roue à aubes, l'eau, obéissant à une force centrifuge, s'échappera par toute la circonférence de la roue, affluera dans le corps de pompe et s'écoulera par le tuyau de refoulement D, tandis que la dépression produite au centre y fera

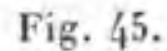


Fig. 45.

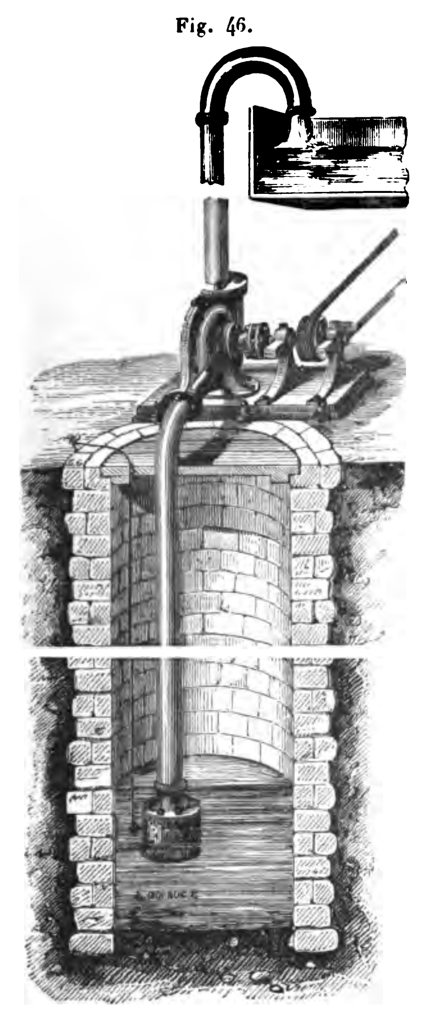
Pompe centrifuge L. Dumont.

affluer l'eau du tuyau d'aspiration. La rotation continuant, le mouvement du liquide s'établit d'une manière uniforme. La *fig.* 45 donne la vue de cette pompe, montée sur deux paliers et commandée par une poulie.

Quand il s'agit d'élever des liquides troubles, des regards faciles à enlever permettent de visiter et de nettoyer les dif-

férentes parties de la pompe. La tubulure de refoulement est horizontale et placée au bas du corps de pompe.

Fig. 46.



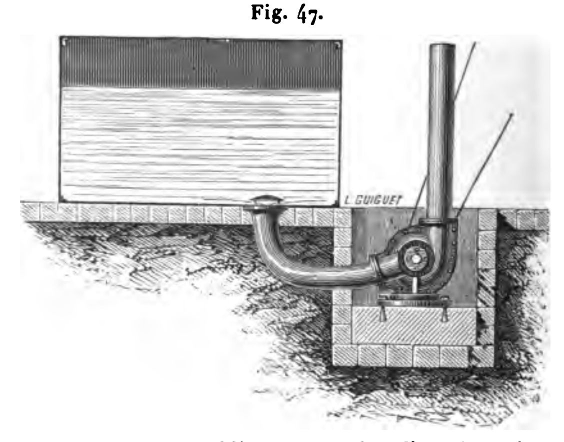
Pompe Dumont établie sur puits.

Les pompes centrifuges doivent toujours être actionnées par un moteur à vapeur, hydraulique ou électrique, à cause

de la vitesse qu'il faut leur imprimer. Elles sont principalement d'un emploi pratique et avantageux, lorsque la quantité d'eau à élever n'est pas inférieure à 100^{lit} par minute. Pour des quantités moindres, on peut employer une pompe, qui ne marchera que par intervalles, pour emmagasiner l'eau dans un réservoir. Dans les teintureries, etc., où l'eau en grande abondance est un élément essentiel, ce système de pompe convient pour l'alimentation générale d'eau. La *fig.* 46 montre une pompe Dumont établie sur puits.

Quand on s'en sert pour faire la vidange, c'est une bonne chose de disposer, quand on le peut, la pompe en contre-bas du liquide à élever, de telle sorte que celui-ci la remplisse naturellement (*fig.* 47), que l'emploi d'un clapet de retenue

Fig. 47.



Pompe Dumont établie en contre-bas d'un réservoir.

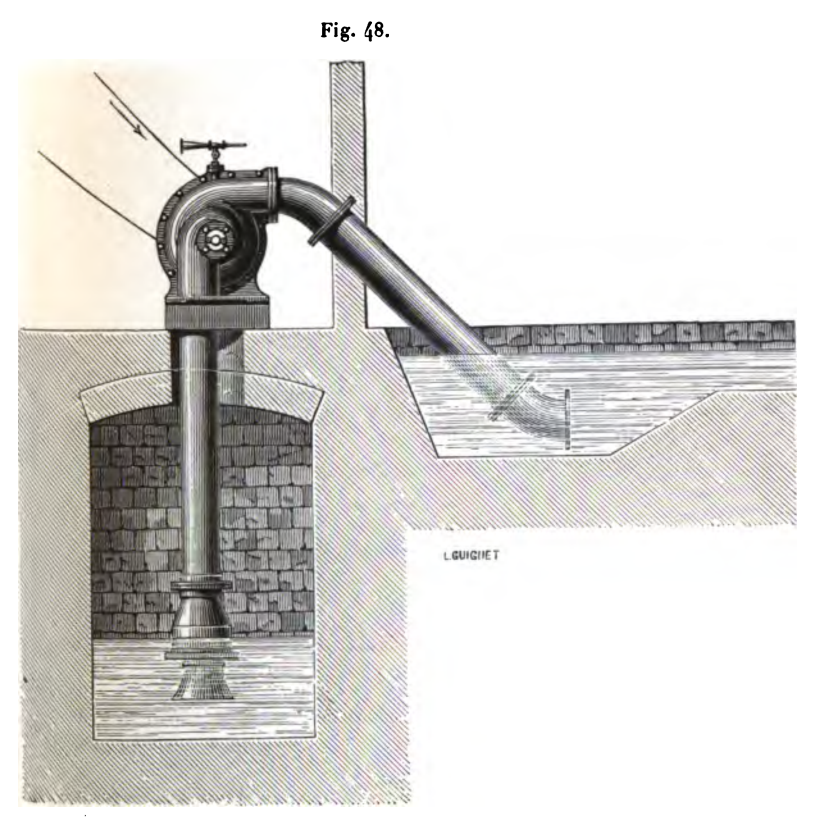
soit évité, et que la pompe puisse fonctionner jusqu'à ce que la cuve soit entièrement vidée. Avec la disposition de la *fig.* 48, la pompe sera plus facilement abordable et l'on évitera qu'elle ne soit exposée à être noyée. Cette disposition constitue un véritable siphon renversé, qui réalise la condition de réduire la hauteur d'élévation à la distance verticale des deux niveaux. Elle convient pour de faibles élévations.

Les pompes centrifuges sont ordinairement en fonte, en

acier et en métal blanc. Mais dans les blanchisseries, les teintureries, etc., on fait avec du bronze les parties de la pompe en contact avec des liquides corrosifs, qui attaqueraient les autres métaux.

La hauteur d'élévation du liquide peut être convertie en

Fig. 48.



Pompe Dumont établie en siphon.

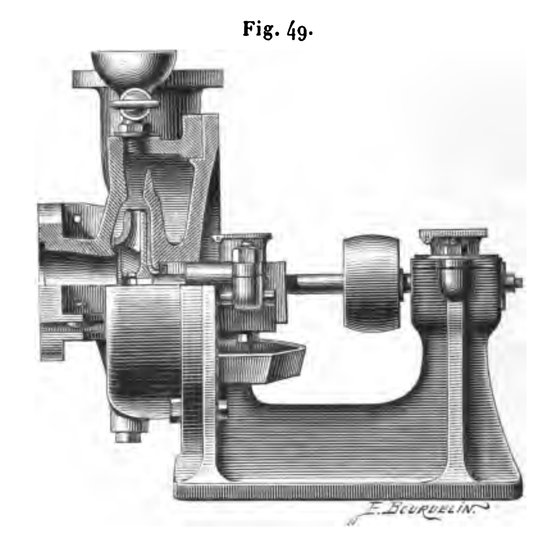
pression, pour produire un jet d'eau puissant, comme dans certaines machines à laver, ou pour faire passer le liquide à travers des fils ou des tissus, comme dans certains appareils à lessiver ou à teindre. Il est utile, pour que le niveau ne puisse pas s'abaisser au delà d'une limite déterminée, et

pour que le désamorçage ne puisse pas se produire, d'avoir un robinet de retour d'eau, permettant à une partie de l'eau élevée de retourner dans la bâche d'aspiration.

Les pompes centrifuges doivent toujours être amorcées, soit en les remplissant d'abord d'eau, soit en aspirant l'air pour faire arriver l'eau, au moyen d'un éjecteur, comme on le voit dans la *fig.* 48.

Dans la *pompe Decœur de MM. Rouart* (*fig.* 49), un éjec-

Fig. 49.



Pompe centrifuge Decœur de MM. Rouart.

teur circulaire placé en prolongement des parois latérales de la roue assure la permanence de l'écoulement et contrebalance les remous et les effets d'inertie.

Dans la *pompe hélicoïde centrifuge de MM. Edoux et Cie*, l'eau entre dans le tambour par une partie annulaire et est entraînée par le mouvement giratoire d'aubes hélicoïdales, de façon à éviter le plus possible le barbotage ou le fouet des aubes sur le liquide.

Pulsomètres. — Les *pulsomètres* ou *pulsateurs* sont des pompes à vapeur sans le moindre piston; une boîte, des cla-

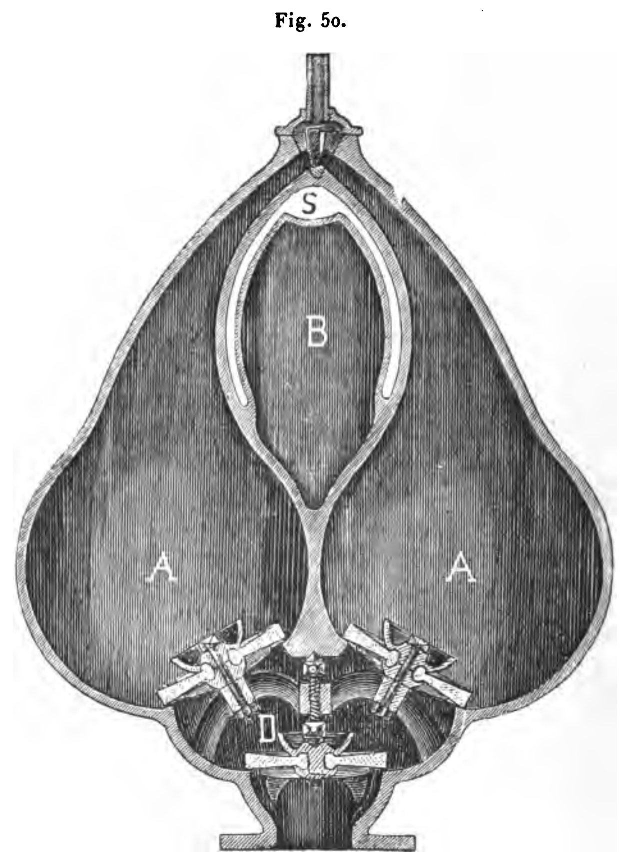
pets, et de la vapeur : voilà tout ce qu'il y a. La vapeur en se condensant dans la boîte produit un vide, l'eau monte et soulève un clapet d'aspiration. L'appareil agit ainsi par poussées successives ou pulsations de la vapeur. Il convient pour tous les liquides, même les plus épais, lorsqu'on n'a pas à les élever à une grande hauteur, lorsqu'on dispose de beaucoup de vapeur, car les pulsomètres en consomment beaucoup. En effet, ces appareils n'utilisent qu'une partie de l'énergie totale de la vapeur. Toute l'énergie qui existe à l'état de chaleur latente de vaporisation est perdue, puisque la vapeur se condense. Aussi ce ne sont pas des appareils économiques, pour un service de longue durée, et il faut n'employer la vapeur qu'à la plus basse pression et au besoin interposer avant le pulsomètre un détendeur de vapeur. Mais si l'on peut marcher avec la vapeur d'échappement, alors le pulsomètre remplace en quelque sorte un condensateur. L'avantage du pulsomètre est surtout de pouvoir fonctionner sans machine et dans des endroits où il serait impossible d'installer une pompe, comme aussi de fonctionner avec les eaux les plus boueuses.

Le premier pulsomètre est celui de l'Américain Hall; il constitua l'une des curiosités de l'Exposition de 1878. Je citerai encore les pulsomètres Cuau, Klein, Kœrting, Boivin, Ritter, Segothal et le pulsateur Bretonnière avec diaphragme en caoutchouc entre la vapeur et l'eau.

Le *pulsomètre Hall* (*fig.* 50) se compose de deux capacités A, A en forme de poires juxtaposées, d'une chambre d'aspiration D située en dessous, et contenant deux clapets d'aspiration et un clapet de retenue, d'un réservoir à air B communiquant avec l'aspiration D, d'une chambre de refoulement latéral aux poires avec deux clapets de refoulement, enfin, d'une petite chambre de vapeur située en S à la réunion des deux poires et contenant une soupape qui, en oscillant, peut fermer alternativement l'orifice par lequel chacune des poires communique avec la vapeur. L'appareil est en outre muni d'un tuyau à vapeur, d'un tuyau d'aspiration et d'un tuyau de refoulement. La soupape en S fermant l'une des poires, la vapeur chasse l'eau contenue dans l'autre poire dans le tuyau de refoulement. La pression de la vapeur s'abais-

sant par suite d'une condensation, la soupape en S oscille, et vient fermer la seconde poire; la condensation s'y affirme, un vide s'y crée, le clapet de refoulement se ferme tandis que

Fig. 50.



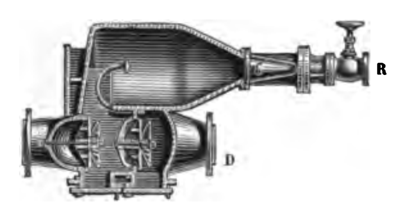
Pulsomètre Hall de la Société de Construction des Batignolles.

le clapet d'aspiration s'ouvre et l'eau rentre dans cette poire. Pendant ce temps, la vapeur refoule l'eau contenue dans la première poire. Le réservoir à air B a pour but d'éviter les chocs.

Dans le *pulsomètre système Kœrting* (*fig.* 51), la vapeur

entre par R et chasse l'eau dans le tuyau D. Lorsque l'eau est arrivée à l'arête inférieure de la chambre en poire, la vapeur se mélange avec elle et perd immédiatement de sa pression.

Fig. 51.

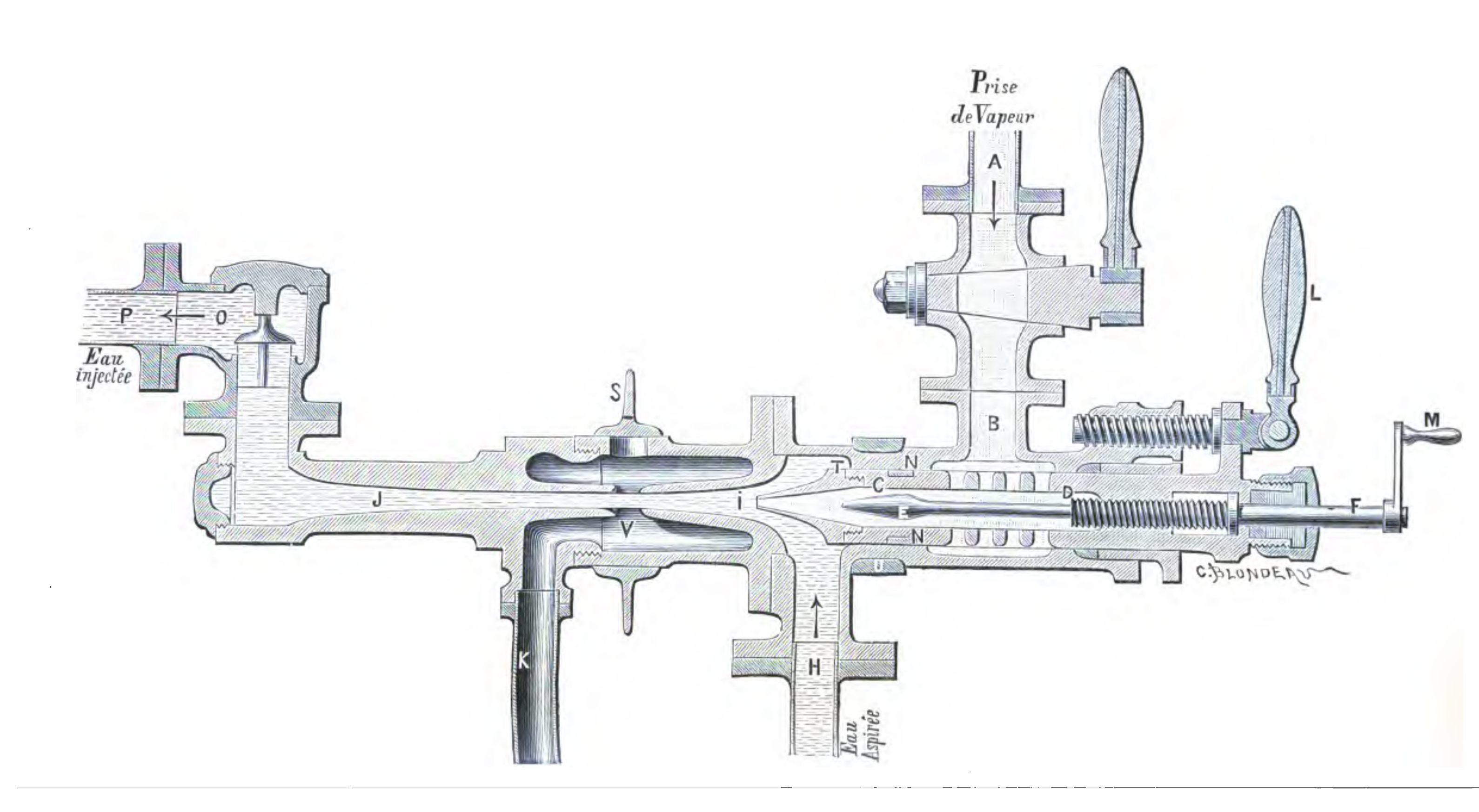


Pulsomètre de MM. Kœrting.

L'eau jaillit dans la chambre et produit une condensation rapide de la vapeur, et immédiatement la soupape à vapeur se retourne, de façon qu'il n'y a pas dépense inutile de vapeur vive.

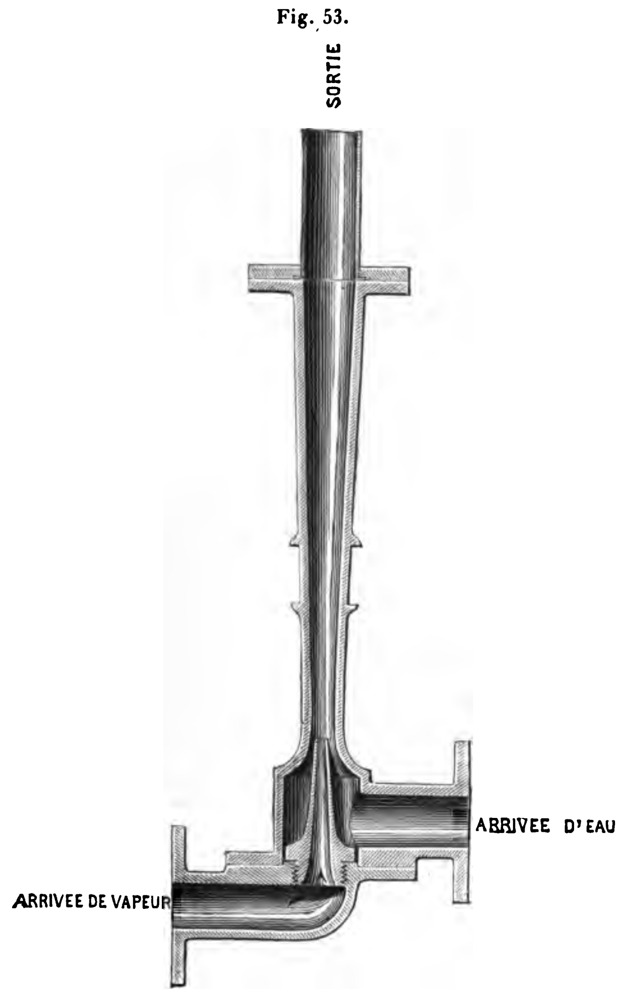
Injecteurs. — Les *injecteurs* et les *éjecteurs* rendent les plus grands services pour assurer la circulation des liquides dans certains cas. Leur principe est le suivant : si l'on étrangle une conduite de vapeur ou de gaz comprimé, et si l'on met en communication la partie étranglée avec un réservoir d'eau, cette eau sera en quelque sorte aspirée et entraînée par le courant de vapeur. Les injecteurs refoulent dans une enceinte intérieure du liquide pris à l'extérieur; les éjecteurs prennent de l'eau à l'intérieur pour la verser à l'extérieur. Les injecteurs conviennent tout particulièrement à l'alimentation des chaudières. L'injecteur Giffard, découvert en 1858, et adopté par toutes les compagnies de chemins de fer quelques années après, valut à son inventeur la célébrité et la fortune. Je citerai encore les systèmes Friedmann, Kœrting, Manlove.

La *fig.* 52 représente l'*injecteur Giffard,* modèle classique. AB est la prise de vapeur. La vapeur pénètre par les orifices du tuyau CD, son passage est réglé par la tige à vis EF; elle s'échappe par la tuyère T. L'eau aspirée tend à sortir par la section annulaire qui existe au delà de la tuyère et qu'on peut augmenter à volonté au moyen du levier L qui fait avancer


Prise de Vapeur
A
B
L
M
N
T
C
D
F
N
S
P
O
Eau injectée
J
i
V
K
H
Eau Aspirée

ou reculer tout le système CD. L'eau injectée reçoit en IJ une partie de la vitesse dont la vapeur qui se condense était

Fig. 53.



Élévateur de liquides de la Société Lyonnaise.

animée et se rend dans le réservoir. O est un clapet de retenue, K est un tuyau de trop-plein ou de purge, S est un regard, N une ganse de coton suifé.

Les injecteurs et les éjecteurs peuvent fonctionner par la vapeur, par le gaz comprimé et même par un courant d'eau sous pression, et peuvent s'utiliser pour aspirer et élever les liquides, pour aspirer l'air et faire le vide ou pour le comprimer. Ces appareils sont aisés à mettre en marche, mais leur rendement mécanique est très faible, quand il s'agit d'élever un liquide, comme c'est le cas aussi pour les pulsomètres. Ce sont des appareils fort utiles dans beaucoup de circonstances, mais ce ne sont pas en principe des appareils économiques, si l'on ne veut pas en même temps échauffer le liquide.

Les élévateurs de liquides à jet de vapeur (*fig.* 53 et 54)

Fig. 54.



Élévateur de liquides de MM. Kœrting.

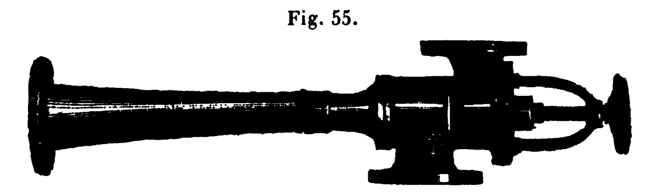
sont employés utilement pour élever les eaux qui servent au lavage des laines et assurer leur circulation continue, ainsi que dans les cuviers de blanchiment et dans certains appareils de teinture, pour transvaser les liquides, pour faire la vidange des cuves, pour chauffer un liquide par barbotage silencieux à l'aide de la vapeur d'échappement (*fig.* 34).

Les aspirateurs d'air à jet de vapeur serviront à faire le

vide dans certains appareils de teinture, à élever des liquides épais, à faciliter la filtration des couleurs, etc., en entretenant sous le filtre un vide, à ouvrir les fils et les étoffes dans les chaudières de coulage et rendre plus aisé le passage des lessives (*fig.* 81), à introduire la vapeur d'échappement dans les cylindres sécheurs, à amorcer les pompes centrifuges. Ils servent donc de pompes à vide.

Quant aux compresseurs d'air à jet de vapeur, on les utilise à agiter ou barboter les liquides par insufflation d'air, lorsqu'on veut activer une dissolution, ou même une précipitation, comme dans l'épuration des eaux, ou lorsqu'on veut mélanger énergiquement des liquides entre eux. La *fig.* 55 montre l'aspirateur d'air de MM. Koerting.

Fig. 55.



Aspirateur d'air de MM. Koerting.

Quant aux éjecteurs qui prennent de l'eau à l'intérieur pour la verser à l'extérieur, ils peuvent fonctionner par la vapeur, par le gaz comprimé, et même par un jet d'eau comprimée. Faciles à mettre en marche, ils conviennent pour la vidange, pour amorcer les pompes centrifuges et pour l'incendie.

Béliers et machines élévatoires diverses. — Quelques systèmes tout spéciaux de machines élévatoires doivent être ici signalés; bien qu'ils ne s'appliquent qu'à une élévation à de faibles hauteurs, leur ingéniosité mérite que je leur consacre quelques lignes.

Tels sont les *béliers hydrauliques*. Le premier a été construit par Montgolfier en 1787. Si, dans une conduite d'eau, on fait varier brusquement la vitesse, le choc produit une réaction, capable de refouler l'eau jusqu'à une certaine hauteur.

Il suffit de retenir l'eau dans le tuyau de refoulement au moyen d'un clapet de retenue. Pour le faire fonctionner, il faut disposer d'une chute. Je citerai les systèmes Durozoi, Samain.

Bélier hydraulique, système Durozoi. — L'eau arrivant avec vitesse dans une conduite soulève un clapet; elle subit un arrêt brusque lorsque le clapet est remonté sur son siège, et par suite de la réaction soulève la soupape et pénètre dans le récipient M où se trouve de l'air. Celui-ci se comprime, et chasse l'eau par un tuyau d'ascension. Une disposition spéciale permet l'alimentation automatique d'air du récipient M. Dans le *bélier pompe universel* du même constructeur l'eau de la chute pousse un clapet sur son siège, puis soulève par réaction le piston D, qui fait fonctionner une pompe. C'est le bélier employé à mettre en mouvement par action directe une pompe, et celle-ci peut être utilisée à l'élévation de n'importe quel liquide.

La *machine élévatoire de M. de Caligny* est encore plus originale. Elle ne présente ni piston ni soupape. C'est un simple tube cylindro-conique disposé verticalement, la plus petite base plongeant dans le liquide. Si l'on vient à imprimer à ce tube des mouvements oscillatoires dans le sens de la verticale, l'eau y monte jusqu'à une hauteur de plusieurs mètres.

Dans le *sipho-pompe de M. Nègre,* un tuyau en caoutchouc se trouve comprimé par des galets, qui font ainsi le vide et opèrent la succion du liquide.

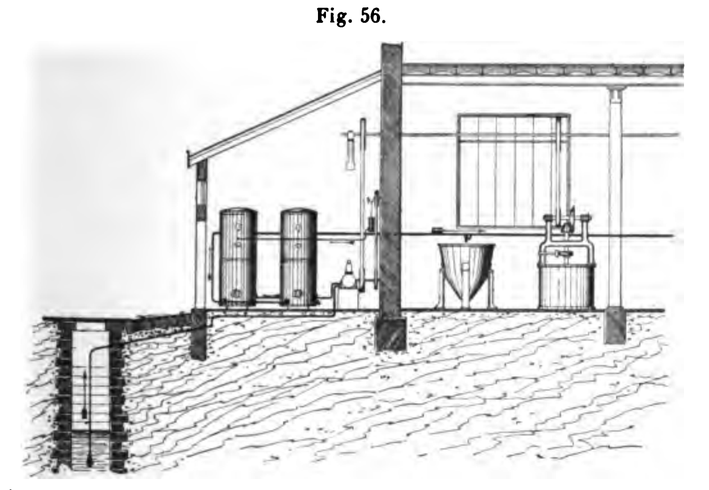
Enfin le *siphon élévateur de M. Lemichel* consiste en un simple siphon où le mouvement d'écoulement du liquide se trouve brusquement interrompu. Par suite de la réaction, l'eau, arrivée à la partie supérieure du siphon, se déverse par un orifice d'écoulement.

Monte-liquides. — Enfin une dernière classe d'appareils propres à la circulation des liquides, sont les monte-jus ou *monte-liquides.* Le liquide placé dans un réservoir se trouve refoulé dans des tuyaux de distribution par la pression soit de

la vapeur, soit de l'air comprimé, soit de l'acide carbonique (¹).

Je citerai comme exemple d'appareils à air comprimé le *Réservoir-élévateur* de M. Carré (*fig.* 56). L'eau est puisée au moyen d'une pompe, comprimée dans le réservoir-élévateur et renvoyée sous pression dans tous les endroits où elle doit être utilisée. Ce réservoir, pouvant se placer en tout endroit, supprime les réservoirs en élévation et constitue

Fig. 56.



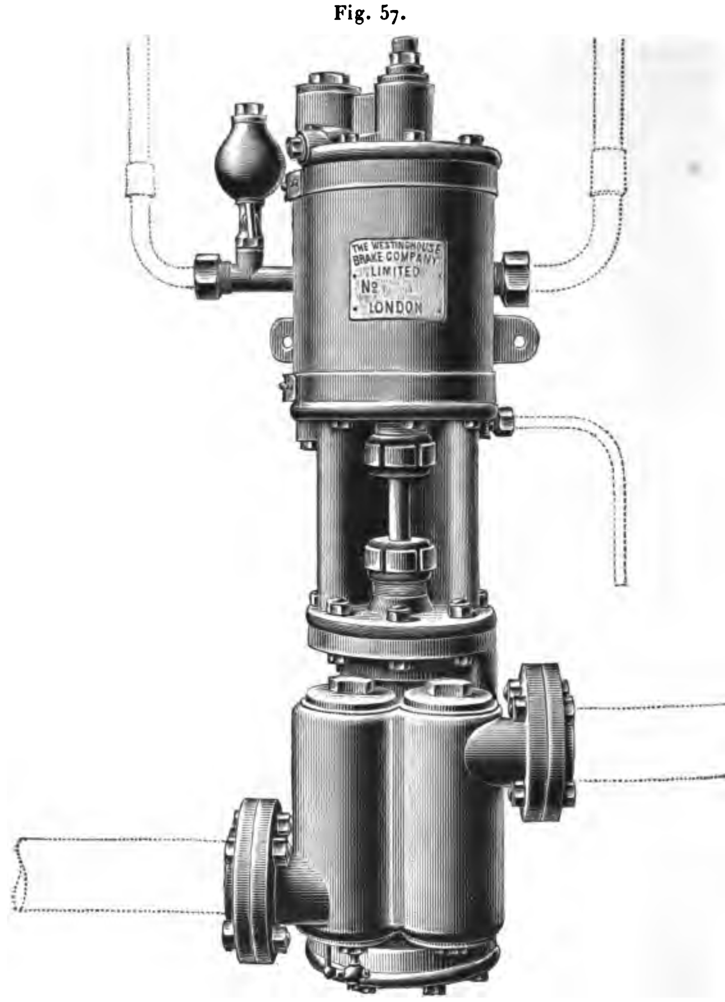
Appareil élévateur de MM. Carré fils aîné et Cie, appliqué à une teinturerie.

une réserve d'eau sous pression que l'on peut utiliser à tout moment. La *fig.* 56 comporte deux réservoirs. Chacun d'eux se compose d'un cylindre en forte tôle, fermé hermétiquement. En bas, se trouve un robinet d'arrivée d'eau avec clapet de retenue, et un robinet de sortie d'eau; en haut, un bouchon à vis pour l'entrée d'air et un manomètre. Ce réservoir permet de donner à l'eau puisée d'une rivière, d'un puits, etc., la pression suffisante pour assurer tous les services à toute hauteur. Pouvant se placer partout, sans sub-

(¹) L'acide carbonique liquide est très employé pour l'élévation des boissons. On se le procure dans des récipients de 300lit essayés à 250atm. Chaque litre d'acide carbonique liquide fournit environ 450lit de gaz.

struction spéciale, il présente sur les réservoirs placés au-dessus du sol de très réels avantages.

Fig. 57.



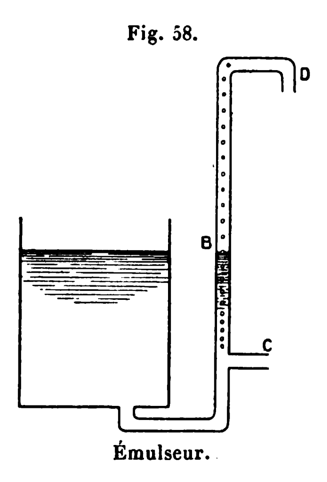
Pompe à faire le vide de la Compagnie du frein Westinghouse.

On peut également utiliser les pompes à air comprimé, comme la pompe Westinghouse universellement connue,

déjà citée (p. 99) comme pompe à eau. Des types analogues sont utilisés soit pour comprimer, soit pour raréfier l'air. La pompe à faire le vide, système Westinghouse, *fig.* 57, présente le même aspect général que la pompe à eau du même système; elle n'en diffère que par la disposition des clapets. Elle est surtout utilisée, concurremment avec les aspirateurs à jet de vapeur, pour assurer la circulation des liquides dans les appareils à blanchir, ainsi que dans les appareils à teindre les fibres avant filature.

Circulation des liquides acides. — Pour les liquides acides les pompes ordinaires ne peuvent pas servir. On emploie dans ce cas des pompes en ébonite. On utilise également des appareils à air comprimé, ou à acide carbonique liquide, ou des pulsomètres à clapet inaltérable, fonctionnant par l'air comprimé, ou des émulseurs. La *fig.* 58 indique le fonctionnement d'un émulseur. Un courant d'air ou de gaz carbonique envoyé par la tubulure C élève le liquide dans la tubulure B jusqu'à l'orifice d'écoulement D. On a utilisé également la pression de l'eau s'exerçant par l'intermédiaire d'une membrane, comme dans l'élévateur hydraulique Gatterall et Birch.

Fig. 58.



Émulseur.

Retour d'eau condensée. — En dehors des pompes et des injecteurs, on peut encore utiliser, pour faire retourner l'eau condensée à la chaudière, un dispositif connu sous le nom de

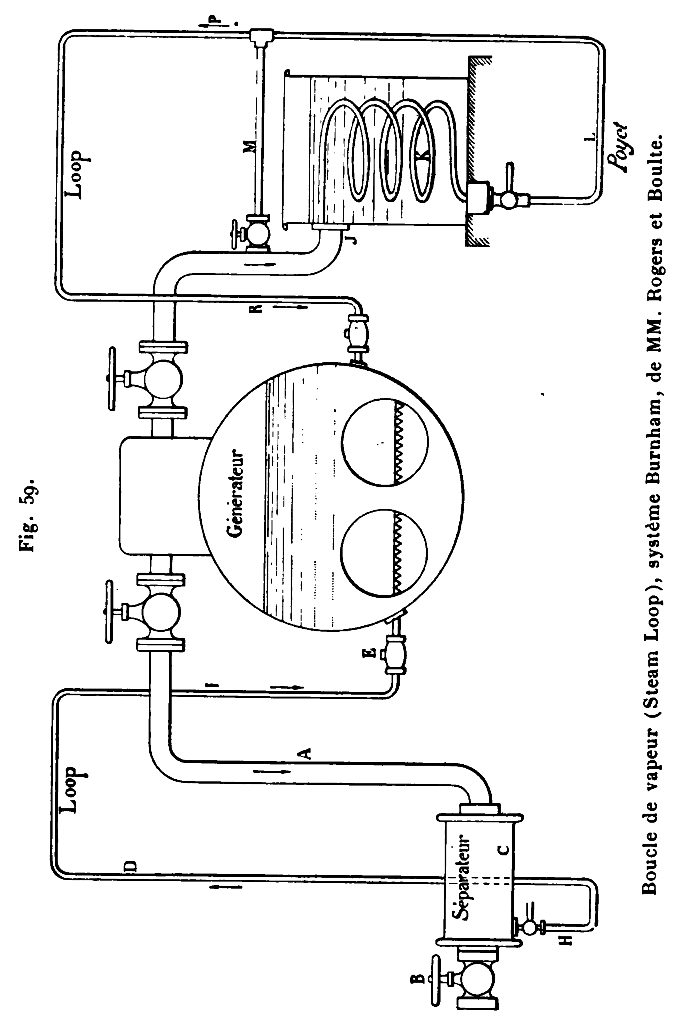


Fig. 59.

Boucle de vapeur (Steam Loop), système Burnham, de MM. Rogers et Boulte.

boucle de vapeur (*fig.* 59). Il permet d'effectuer le retour sans pompe et sans récipient intermédiaire. Il consiste essentiellement en une tuyauterie de fer ou de cuivre, munie de

robinets et de clapets, qui prend l'eau condensée au point le plus bas, soit d'un appareil de chauffage, soit d'un séparateur, comme l'indique la figure, et la ramène automatiquement à la chaudière quelle que soit la différence des niveaux.

Dans le cas d'une conduite de vapeur A, le tube de retour à la chaudière D est muni d'un clapet de sûreté E; en ouvrant le robinet H, il se produit dans le tube D, dans le sens de la flèche, un courant de vapeur qui entraîne l'eau et qui s'amasse en I, où elle ne tarde pas à former une colonne capable de vaincre la pression du générateur et d'y entrer.

Dans le cas du serpentin à vapeur (figuré à droite), l'eau de condensation tend à s'accumuler dans la partie L de la boucle. La boucle simple ne fonctionnerait pas, il faut lui ajouter une prise de vapeur M qui permet à la circulation de s'établir dans le sens de la flèche P.

QUATRIÈME SECTION.

DE L'EXTRACTION DES BOIS DE TEINTURE.

Cette Section est consacrée plus particulièrement à la préparation des extraits de teinture faite par les teinturiers eux-mêmes. Des paragraphes finaux traiteront du broyage de l'indigo, de la cuite des apprêts et de la préparation des dissolutions.

EXTRACTION DES BOIS DE TEINTURE.

Préparation des dissolutions de colorants. — Les dissolutions de matières colorantes artificielles se préparent aisément en prenant les quelques précautions que j'ai indiquées Tome I, page 38. Les dissolutions de matières colorantes naturelles sont au contraire moins aisées à préparer. Le mode le plus simple consiste à faire bouillir les bois tinctoriaux dans une *chaudière* en cuivre. Les divers systèmes qui sont représentés par les *fig.* 60, 61, 62 et 86, peuvent être utilisés dans ce but. On les munira avantageusement d'agitateurs ou malaxeurs mus mécaniquement, et parfois même commandés par un mouvement progressif.

Ces chaudières sont à barboteur, ou mieux à double fond. La *fig.* 60 donne la vue d'une chaudière fixe à double fond;


Fig. 60.



Chaudière fixe à double fond.

la *fig.* 61, d'une chaudière à bascule à double fond; la *fig.* 62,

Fig. 61.



Chaudière à double fond à bascule.

celle également d'une chaudière à bascule à double fond,

mais la chaudière est double : la chaudière en cuivre où l'on fait cuire les couleurs est engagée dans une chaudière en fonte qui sert d'enveloppe et forme double fond où la vapeur se trouve. La chaudière en cuivre est commodément munie d'un bec. Enfin la *fig.* 86 représente une barque à double fond.

Souvent on met les bois tinctoriaux dans la cuve de teinture elle-même. On fait bouillir pendant une vingtaine de minutes,


Fig. 62.



Chaudière à bascule à double fond.

et l'on entre alors la matière à teindre. Mais ce mode de procéder a le très grave inconvénient que des fragments de bois s'attachent mécaniquement aux fibres et occasionnent de réelles difficultés dans les traitements ultérieurs. Pour l'éviter, on place le bois dans un compartiment séparé, ménagé à cet effet dans la cuve de teinture elle-même avec laquelle il communique au moyen d'une cloison perforée. Cette disposition, employée fréquemment dans la teinture des tissus de laine, permet en quelque sorte d'alimenter automatiquement, au cours même de la teinture. Plus souvent on met le bois réduit en copeaux ou en poudre dans de

petits sacs, et on les fait bouillir dans le bain de teinture une demi-heure avant d'entrer la matière à teindre.

Ces divers modes d'opérer font perdre une quantité de colorants assez notable, puisqu'elle peut atteindre 10 pour 100 de la quantité totale. Aussi reprend-on parfois les bois traités une première fois et les extrait-on de nouveau pour les teintures inférieures.

Une autre méthode consiste à préparer le liquide tinctorial dans un compartiment extérieur à la cuve, mais en communication directe avec elle et en dépendant étroitement. Cette méthode évite les inconvénients signalés plus haut; elle semble d'autant plus logique que, en établissant une circulation continue entre la cuve et l'appareil à extraire, la chaleur employée à l'extraction est utilisée en grande partie pour le chauffage même du bain de teinture.

A ces méthodes se rattachent les appareils S. Smithson et F. Rhodes.

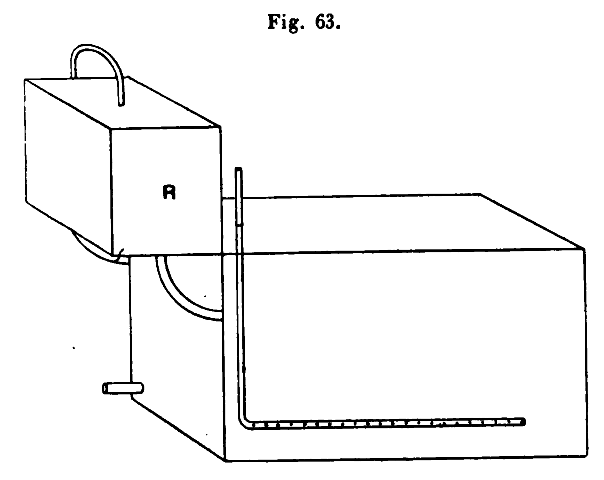
L'*extracteur de bois de teinture de M. S. Smithson* (*fig.* 93) est formé de deux récipients cylindriques C qui sont mis en communication par leur partie inférieure avec le milieu de la cuve de teinture T. A la partie inférieure de celle-ci, un tube B prend le liquide refroidi, l'amène dans un réchauffeur R : ce liquide y monte par une série de tubes, autour desquels circule de la vapeur surchauffée. Le liquide renfermé dans les tubes est chauffé jusqu'au point d'ébullition, et tend à monter jusqu'en D d'où il se déverse par la tubulure *t* dans l'un des récipients C chargé de bois de teinture. L'eau chaude extrait la matière colorante du bois, et le liquide tinctorial retourne par la tubulure K dans la cuve de teinture. Un double fond H, percé de trous et recouvert d'un tamis, empêche le passage des parcelles de bois. Le deuxième récipient C sert à assurer un travail continu. On le charge de bois pendant que le premier est en fonctionnement : lorsque celui-ci est épuisé, on l'isole du réchauffeur, et l'on met au contraire le second récipient en communication avec le réchauffeur.

Un dispositif proposé ultérieurement par M. S. Smithson place l'extracteur dans la cuve de teinture elle-même. Celle-ci (*fig.* 137) est divisée en trois parties; l'une A représente essentiellement la cuve à teindre, et est remplie d'eau; une

autre B reçoit le bois de teinture, une troisième C est destinée à effectuer la circulation de l'eau à travers le bois de teinture, à extraire la matière colorante, et à ramener le liquide tinctorial dans le premier compartiment où il doit effectuer la teinture. La circulation du liquide est assurée par la disposition des trous d'un tube barboteur *b*. La vapeur sous pression s'échappe verticalement avec force et produit dans le couloir *c* un entraînement qui suffit pour mettre tout le liquide en mouvement. La force d'entraînement est même telle qu'on est obligé de modérer le courant à la partie supérieure au moyen de cloisons inclinées *i*. Sans cette précaution, l'eau serait projetée en dehors de la cuve.

L'*extracteur de bois de teinture de F. Rhodes* (*fig.* 63)

Fig. 63.



Extracteur de bois de teinture de F. Rhodes.

consiste en un réservoir rectangulaire R, à fermeture hermétique, où l'on place le bois de teinture. Après avoir fermé la porte, on *y* fait circuler le liquide de la cuve au moyen d'une pompe centrifuge. L'extracteur est muni également d'un double fond et d'un tamis. Ce système n'étant pas pourvu de réchauffeur semble inférieur à celui de S. Smithson.

Les autres appareils à extraire les bois de teinture sont destinés à une production plus grande; ils peuvent assurer

directement l'alimentation complète d'une teinturerie en liquides tinctoriaux. Mais, avan tde les décrire, je dirai encore quelques mots :

De l'avantage qu'ont les teinturiers à préparer eux-mêmes leurs extraits liquides. — La fabrication des extraits tinctoriaux et autres, faite directement par les teinturiers, leur assure de très gros avantages.

Ils obtiennent ainsi des produits plus purs et plus faciles à employer, tout en se réservant les bénéfices de la fabrication.

D'abord, il n'y a pas à payer le transport de l'eau, qui, par exemple, représente les 40 pour 100 en poids d'un extrait liquide marquant 30° B. Pour éviter le transport de cette eau, les teinturiers font souvent emploi de l'extrait sec. Le teinturier qui prépare lui-même ses extraits liquides gagne donc les frais de concentration et de transformation d'un extrait liquide en extrait sec, que le fabricant d'extraits lui fait payer, et les frais qu'il a lui-même à faire pour préparer avec cet extrait sec un liquide tinctorial : par conséquent, il évite donc, en préparant lui-même son extrait liquide, des transformations toujours coûteuses; enfin il utilise une partie de la chaleur dépensée à préparer son extrait liquide, en envoyant son extrait chaud dans le bain de teinture.

Ensuite, il faut observer que, dans les extraits fabriqués au dehors, la matière colorante est plus ou moins altérée au cours de la fabrication; elle est souvent accompagnée d'une proportion plus ou moins forte de matières résineuses et extractives, très nuisibles à la teinture. Cela résulte de ce que le fabricant est porté à demander aux bois de teinture ou autres tout ce qu'il peut en retirer et, dans cet objet, il les soumet à un traitement parfois exagéré, qui altère la matière colorante, et en même temps extrait les matières résineuses.

L'intérêt du teinturier, au contraire, est d'avoir dans ses extraits la matière colorante à l'état de pureté le plus grand.

Aussi n'y a-t-il pas à s'étonner que les teinturiers obtiennent de bien meilleurs résultats lorsqu'ils préparent eux-mêmes leurs extraits. Les teintures sont plus brillantes, car il leur est aisé de conduire cette préparation de manière à avoir un produit pur.

En outre, le travail de la teinture est plus facile, car il leur est aisé également d'obtenir des produits d'une composition constante, et ils peuvent ainsi opérer les dosages avec plus de sécurité, ayant sous la main un extrait renfermant toujours la même quantité de matière colorante ([1]).

D'ailleurs, préparer chez soi leurs extraits, c'est presque le seul moyen d'avoir des produits sans mélanges. En effet, les extraits actuellement fabriqués sont presque tous additionnés de produits étrangers. A ce sujet je relève dans un Mémoire couronné par la Société Industrielle de Mulhouse des indications éminemment suggestives :

« ... C'est avec regret, lis-je dans ce Mémoire, qu'il faut avouer que la fabrication des extraits, si simple en elle-même, est devenue actuellement une industrie dont il faut connaître les tours de main avant que d'y engager sa fortune et son avenir. Afin de parvenir à l'amoindrissement du prix de revient, on ne trouve rien de mieux que de leur adjoindre des substances d'origine minérale ou organique d'une valeur commerciale moindre que l'extrait....

» ... En voici la nomenclature : sirop de mélasse 42° B., sirop de fécule ou glucose, écorces de quercitron, sumac en feuilles, dividivi, racines de curcuma, extrait ou bois de châtaignier, leiocomme, etc....

» Pour combattre les agissements de celles de ces substances sujettes à la fermentation ou contenant des acides ou des alcalis, on emploie des agents dits neutralisants, tels que le carbonate et le sulfate de soude, le sulfate de zinc, le gypse, la craie de Meudon, le carbonate de chaux. Quelques-uns de ces produits servent en outre à modifier les nuances des extraits; d'autres, tels que le prussiate rouge, l'alizarine jaune, servent à leur donner une couleur toute factice....

» ... Il est rare que l'extrait de campêche, vendu comme étant pur, le soit en réalité. Ordinairement, il contient 3 pour 100 d'extrait de châtaignier 30° B., et 5 pour 100 de mélasse 42° B.....

» ... Il est rare également que l'extrait de campêche 30° B.

([1]) DEHAITRE (FERNAND), *Fabrication des extraits tinctoriaux pour les teinturiers.*

soit vendu à l'état absolument pur, et, quoique les fûts portent sur les fonds la mention « campêche pur », il est presque toujours mélangé à 10 ou 12 pour 100 de mélasse 42° B. ».

De la méthode à suivre pour fabriquer dans les teintureries les extraits de bois tinctoriaux. — Tout d'abord, la matière qui doit être soumise à l'extraction, bois de teinture, substance tannifère, etc., est mise en fragments assez minces, si elle ne s'y trouve pas déjà auparavant, pour subir à fond l'action dissolvante de l'eau. Quand il s'agit de bois tinctoriaux, on les varlope, on les papillote, on les effiloche, on les déchiquète, on les pulvérise même, au moyen de machines spéciales. Certaines substances tannifères très dures sont moulues, broyées ou même désintégrées au moyen de mouleurs, de broyeurs ou de désintégrateurs.

Une machine à déchiqueter les bois de teinture consiste le plus souvent en un disque en fonte garni de couteaux, unis ou dentés, et tournant avec une grande vitesse. Ces couteaux font saillie en avant du disque par des fenêtres. Selon que la saillie des lames est plus ou moins prononcée en avant du disque, on obtient des copeaux plus ou moins fins. Les machines à déchiqueter les bois de teinture peuvent produire jusqu'à 10000^{kg} de copeaux par jour.

Une autre disposition de machine à déchiqueter les bois consiste à assembler les couteaux suivant les arêtes d'un cylindre, ou suivant les arêtes de deux troncs de cône réunis par leur base. Le tout est disposé comme un hachoir. Les billes de bois peuvent aussi être poussées contre le tambour déchiqueteur ou dévorateur au moyen d'un plateau à auge et être découpées par bouts, dans le sens transversal aux fibres.

Pour les matières tannifères, quand il s'agit d'écorce, on les moud, au moyen de moulins à pilons, à meules, à scies ou à noix; ce dernier est analogue au vulgaire moulin à café. La trituration des substances plus dures, comme les myrobolans, s'effectue au moyen de broyeurs ou de désintégrateurs, appareils spéciaux où la matière à triturer se trouve désagrégée, généralement au moyen de la percussion obtenue par des battoirs tournant avec une grande rapidité. Ces der-

niers appareils font beaucoup de poussière et donnent lieu à de grands ravages quand ils se brisent. On ne s'en sert que dans des cas tout à fait spéciaux.

En effet, pour préparer un bon extrait, il faut éviter de trop pulvériser la matière à extraire, parce que cette exagération de division ne s'obtient qu'au détriment de la qualité et donne lieu à une oxydation réelle qui nuit aux principes utiles. De plus, une poudre se laisse mouiller et extraire beaucoup plus difficilement que des copeaux. Enfin, une division trop grande de la matière des bois tinctoriaux est la cause de la production dans l'extrait de dépôts boueux et solides, qui sont contraires à l'obtention d'une bonne teinture. Ce sont presque uniquement les machines à varloper ou à déchiqueter qui doivent servir pour les bois tinctoriaux.

Le bois tinctorial une fois déchiqueté, ou varlopé, comment le teinturier fabriquera-t-il son extrait?

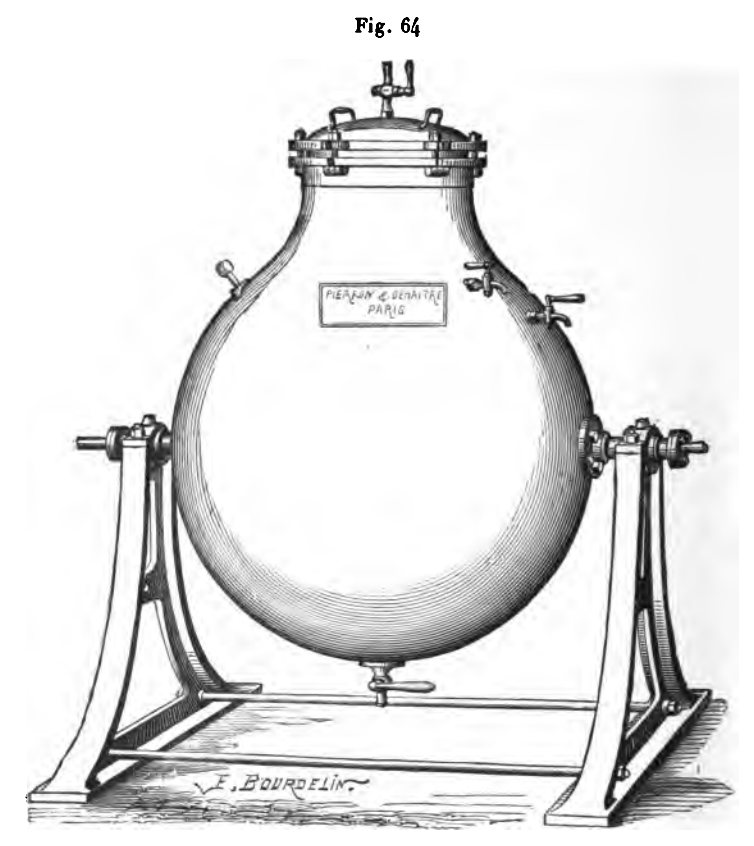
Trois méthodes s'offrent dans ce but : la cuisson à l'air libre, la cuisson sous pression et la méthode par diffusion.

La *cuisson à l'air libre* s'effectue, soit dans des marmites entourées de maçonnerie, au-dessous desquelles est ménagé un foyer chargé de combustible, soit dans des vases ou dans des cuviers, ou dans des chaudières que l'on chauffe au moyen de barboteurs à vapeur ou au moyen de serpentins. On introduit dans le récipient du bois effilé ou varlopé et de l'eau, et l'on fait cuire pendant deux à trois heures. Comme le bois n'est pas épuisé à la suite d'une première opération, il est soumis à une seconde et à une troisième cuisson, donnant des liquides de moins en moins riches, et de plus en plus chargés de matières extractives. Cette cuite à l'air libre à une température élevée ne s'effectue pas sans qu'il se produise des oxydations nuisibles.

La *cuisson sous pression* se fait dans des appareils autoclaves. Parmi les principaux de ces systèmes, je décrirai l'appareil à cuire les bois de teinture de M. Fernand Dehaitre. Je décrirai également : l'extracteur de bois de teinture de C.-H. Weisbach, l'appareil universel à extraire les couleurs de la Zittauer Maschinen-Fabrik, l'extracteur de bois de teinture de la même maison.

Appareil à cuire les bois de teinture de M. Fernand Dehaitre. — C'est l'autoclave en forme de poire (*fig.* 64) uni-

Fig. 64



Poire à cuire les bois de teinture de M. F. Dehaitre.

versellement connu. Cet appareil est en cuivre rouge, il renferme un double fond percé de trous, sur lequel on met le bois à extraire. Le couvercle, que l'on serre sur l'appareil au moyen de boulons, porte un robinet de purge. L'appareil est muni, en outre, d'un manomètre, d'une soupape de sûreté et de robinets de jauge pour contrôler le niveau de l'eau. Il est monté à bascule sur pieds en fonte. La vapeur destinée

au chauffage arrive par l'un des tourillons et alimente un barboteur placé sous le double fond. Un tube de sortie plonge jusqu'à la partie inférieure de l'appareil et sort par l'autre tourillon.

La cuite s'opère avec cet appareil de la façon suivante. Le couvercle étant enlevé, on met dans l'appareil le bois à traiter et l'eau, cette dernière au moyen d'un robinet d'alimentation à col de cygne. Le rapport entre les quantités de bois et d'eau sera environ 1^{kg} de bois pour 10^{lit} d'eau. Les copeaux de bois étant placés dans l'appareil, on remplit d'eau jusqu'au robinet supérieur de jauge. Pendant que l'eau arrive, on commence à ouvrir le robinet de vapeur du barboteur pour chauffer l'eau. L'appareil rempli, on met le couvercle en serrant régulièrement et complètement tous les boulons sur une bague de caoutchouc. On laisse le robinet purgeur du couvercle ouvert jusqu'à ce que le liquide se mette à bouillir, afin que l'air puisse s'échapper. Quand l'ébullition se produit, on ferme le robinet, et l'on maintient le chauffage pendant une vingtaine de minutes.

Lorsque la cuite est terminée, on ferme le robinet d'arrivée de vapeur, et l'on ouvre le robinet de sortie du jus. Le liquide s'écoule dans les tuyaux de distribution sous la pression même qui existe dans l'appareil.

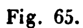
Lorsque l'appareil est vidé du jus et que la vapeur s'est échappée complètement, on desserre les boulons du couvercle, on l'enlève, et l'on bascule l'appareil au moyen d'un levier pour faire sortir le bois.

Il est prudent de placer un clapet de retenue sur le tuyau de vapeur avant le robinet de prise, parce que, sous la pression qui existe dans l'appareil, il peut se produire des effets de siphon, et le liquide s'introduire dans les tuyaux de vapeur.

Cet appareil est d'un maniement aisé. La mise en charge, l'épuisement, la vidange s'y font facilement, et la forme de l'appareil contribue à rendre le lavage des copeaux par le liquide tout à fait efficace.

Extracteur de bois de teinture de C.-H. Weisbach. — C'est (*fig.* 65) une chaudière de cuivre cylindrique, assez allongée,

Fig. 65.



Extracteur de bois de teinture de C.-H Weisbach.

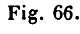
disposée à bascule sur un châssis de fer, avec trou d'homme, soupape de sûreté, manomètre, purgeur d'air, robinet de contrôle, et quatre valves de fermeture. L'extraction s'y fait sous une pression de quelques atmosphères, en une durée d'une demi-heure à deux heures, selon la quantité de vapeur admise. La marche de l'opération est identique à celle qui a été décrite plus haut.

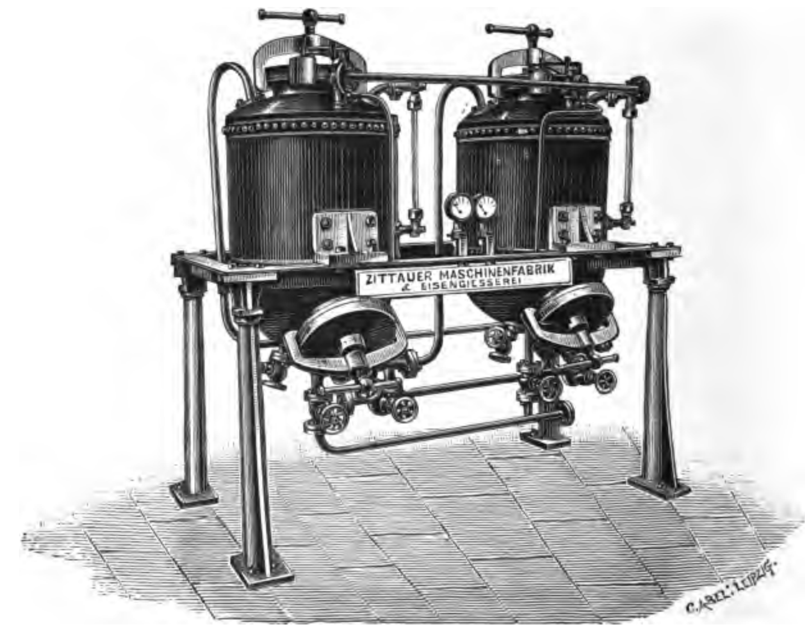
Appareil universel à extraire les couleurs de la Zittauer Maschinen-Fabrik. — Cet appareil extracteur se compose de deux récipients cylindriques, montés à bascule et munis de trous d'homme, de manomètres, de robinets de contrôle, etc. Le mouvement de bascule de chaque récipient est rendu plus facile au moyen d'une roue à hélice, solidaire du tourillon, et d'une roue à main qui la commande et qui en est voisine. La vapeur, après avoir traversé l'un des tourillons, suit un tuyau extérieur, et pénètre par le bas de l'appareil pour alimenter un barboteur. De même, le tuyau de vidange, qui sort également de la partie inférieure du récipient, est extérieur et gagne extérieurement l'autre tourillon.

L'*extracteur universel de bois de teinture,* également de la Zittauer Maschinen-Fabrik (*fig.* 66), est composé de deux corps cylindriques reliés l'un avec l'autre, mais pouvant être isolés l'un de l'autre. Dans la figure qui représente l'appareil, ces deux corps cylindriques sont fixés sur un cadre en fonte; mais ils peuvent être également disposés à bascule. Cet appareil diffère du précédent en ce qu'il présente un tuyau de contrôle en verre, à la place des robinets de contrôle, et en ce qu'il porte à la partie inférieure, lorsque l'appareil est fixe, un trou d'homme disposé latéralement pour la vidange des bois épuisés. Cette disposition est très heureuse.

La méthode d'extraction sous pression des bois de teinture donne des extraits lourds en produits extraits. Avec cette méthode, un bois de campêche, par exemple, qui ne donnerait que 16 pour 100 d'extrait par extraction à l'air libre, en donnera 20 pour 100. Ce rendement élevé peut être l'avantage d'un fabricant d'extraits, mais il doit donner à réfléchir aux teinturiers, parce que, comme le dit M. H.-W. Gardner : « les 4 pour 100 de la matière colorante de différence sont

constitués en grande partie par des substances extractives, qui préexistent dans le bois de teinture, mais qui diffèrent de la matière colorante. Et un extrait fait à une température pas


Fig. 66.



Extracteur universel de bois de teinture de la Zittauer Maschinen-Fabrik.

trop élevée donne en teinture des nuances plus brillantes que celui produit sous pression. Il est certain qu'une température trop élevée, ou une extraction prolongée pendant un trop long espace de temps, donne un produit inférieur par suite de l'oxydation de la matière colorante ».

De l'extraction par lavage méthodique. — Cette méthode consiste à traiter le bois à différentes reprises dans des liquides de plus en plus pauvres en matières colorantes. On fait circuler l'eau en sens inverse du bois. M. Monnet a proposé dans ce but un appareil à deux colonnes. Le liquide circule par différence de hauteur, et le bois circule en sens inverse au moyen

d'hélices d'entraînement. Cette méthode est réalisée en pratique en accouplant ensemble plusieurs des appareils que j'ai décrits plus haut pour la cuite des bois, soit à l'air libre, soit sous pression.

On peut ainsi établir un appareil de lessivage méthodique, comprenant six cuviers en bois placés à la suite l'un de l'autre, et chauffés inférieurement au moyen de serpentins. On charge les cuviers de copeaux; on commence par soumettre les copeaux du premier cuvier à l'eau chaude. Lorsque l'on juge que l'opération est terminée, on envoie le liquide de ce premier cuvier dans le deuxième cuvier chargé de bois neuf, au moyen soit d'un monte-jus, soit d'une pompe, etc., et ainsi de suite. Le liquide se charge dans ce deuxième cuvier d'une nouvelle quantité de principe colorant. Quant au premier cuvier, on y remet une nouvelle quantité d'eau. On procède ainsi, de suite en suite, jusqu'à ce que le liquide ait lessivé le bois du sixième cuvier. Alors l'extrait liquide arrivé à son maximum de concentration est envoyé dans le réservoir destiné à cet objet. Quant au premier cuvier, le bois qui le remplit a été soumis six fois de suite à une circulation de liquide; on l'isole alors du reste de l'appareil pour le vider du bois épuisé et le remplir de bois neuf. Le deuxième cuvier devient ainsi le premier cuvier de la nouvelle série, et lorsque le premier aura été rempli de bois neuf, il deviendra le dernier de la série.

On le voit, cette méthode revient à traiter du bois neuf par un liquide déjà chargé, et à faire passer de l'eau pure sur du bois presque épuisé, pour terminer le lessivage de ce bois.

Cette méthode d'extraction des matières tannantes et tinctoriales, par lessivage et extraction méthodique, est fort intéressante, car elle permet d'obtenir le maximum d'effet utile. En effet, le lessivage du bois se faisant d'une façon méthodique, l'extraction est en quelque sorte régularisée, et est rendue automatique avec une grande économie de main-d'œuvre. C'est la méthode universellement suivie par les fabricants d'extraits. Plus ou moins modifiée, elle est appliquée depuis longtemps pour d'autres industries, particulièrement pour l'extraction du sucre de betterave, sous le nom de *diffusion*.

Voici la marche que M. Fernand Dehaitre a indiquée pour appliquer cette méthode avec ses appareils autoclaves en forme de poires :

« Lorsque l'on combine deux ou plusieurs appareils entre lesquels on établit une circulation du liquide tinctorial pour enrichir ce dernier, il est à remarquer que le transvasement du liquide d'un appareil à l'autre ne peut s'opérer qu'en vertu d'une différence de pression entre les deux appareils. Il faut donc ouvrir le robinet d'air placé sur le couvercle de l'appareil dans lequel le liquide doit être transvasé afin que l'air puisse s'échapper au fur et à mesure de l'arrivée du liquide.

» On commence à établir la pression dans l'appareil où se trouve le liquide à transvaser en ouvrant le robinet de vapeur; lorsque la pression est obtenue, ce dont on peut s'assurer par le manomètre ou par le robinet placé sur le couvercle, on ferme le robinet de vapeur et l'on ouvre le robinet de communication entre les deux appareils.

» La circulation s'établit d'une façon méthodique entre les deux appareils; ceux-ci étant chargés de bois, le premier reçoit de l'eau pure qui, par une première opération, se charge d'une certaine quantité de matière colorante.

» C'est ce premier jus qui passe successivement dans le second, dans le troisième et ainsi de suite dans toute la série des appareils combinés, s'enrichissant à chaque passage de nouveaux principes colorants. Le premier appareil reçoit de nouvelles charges d'eau pure jusqu'à ce que le jus de la première cuite soit arrivé au dernier des appareils de la série.

» On renverse alors le premier appareil pour décharger le bois épuisé, on le charge de bois neuf, et il devient le dernier appareil de la série.

» Les opérations recommencent par le second appareil, et ainsi de suite, chacun des appareils devenant à son tour le point de départ de la circulation qui parcourt toujours le cycle complet des appareils combinés. »

MM. Heftler et Bénard ont proposé dans le même but une

batterie de six appareils qui ne sont autres que des appareils cylindriques de diffusion, avec soupapes et réservoirs de trop plein. Je renvoie les personnes que cette disposition pourrait intéresser aux Traités principaux de fabrication de sucre de betteraves. Je le répète, cette méthode peut être appliquée avec une batterie de n'importe quels appareils d'extraction, soit à l'air libre, soit sous pression; par exemple, la batterie représentée *fig.* 67.

De la méthode et de l'appareil à employer. — La méthode que je conseille est la suivante : elle consiste à opérer l'extraction en appareils autoclaves à l'abri du contact de l'air, sans pousser la température au-dessus de 80° et en combinant ensemble six de ces appareils de façon que le travail se fasse méthodiquement et automatiquement, ainsi que je viens de l'indiquer.

Les bois ne seront soumis à une oxydation ou à une fermentation préalable que dans des cas tout à fait exceptionnels. Par exemple, l'extraction du campêche se fera le plus fréquemment sur le bois non oxydé, attendu que l'oxyde transforme l'hématoxyline du campêche, c'est-à-dire le glucoside de la matière colorante, en un produit d'oxydation, l'hématéine, qui est beaucoup moins soluble dans l'eau que l'hématoxyline; l'extraction de l'hématéine se fait donc plus difficilement que celle de l'hématoxyline. De plus, la fabrication d'un extrait est toujours accompagnée inévitablement d'une certaine oxydation, et si la matière colorante se trouve déjà dans le liquide à l'état d'hématéine, l'oxydation détruira une partie de cette hématéine, tandis que, dans le cas d'hématoxyline, elle ne fait que transformer celle-ci en hématéine. La présence des agents employés pour l'oxydation du bois ne peut que nuire à la qualité de l'extrait. D'ailleurs, M. W.-N. Gardner a démontré que des résultats inférieurs s'obtiennent lorsque l'on teint de la laine sur mordant de chrome avec du bois de campêche oxydé. En effet, l'oxydation du bois, qui avait sa raison d'être lorsqu'on employait du mordant de fer sans pouvoir oxydant, n'en a pas lorsque l'on emploie du bichromate de potasse, type du mordant oxydant, et si le bois est déjà oxydé, on arrivera à ce résultat très fâcheux (à moins

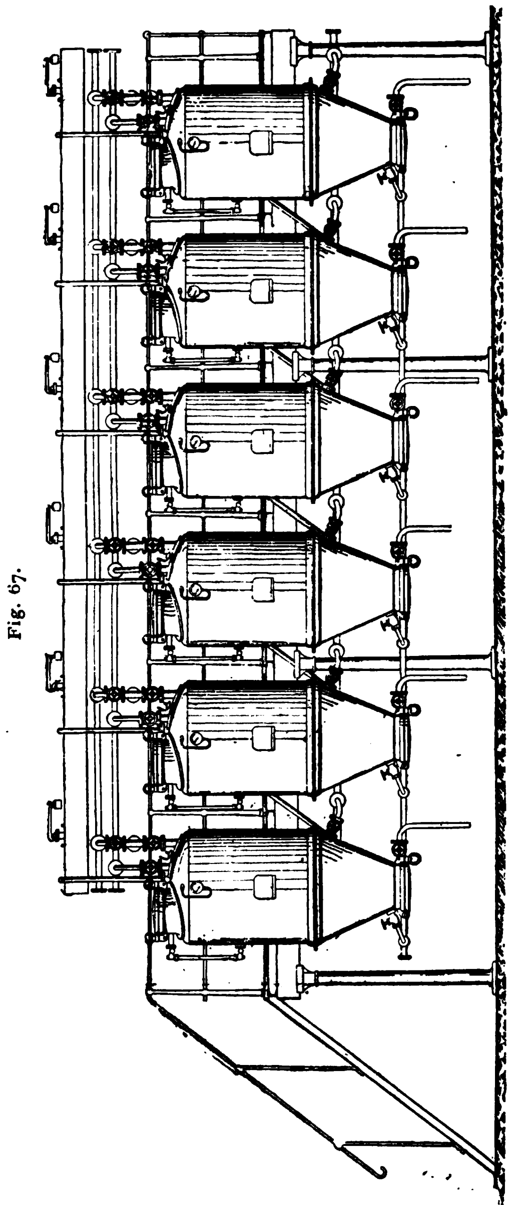
de réduire dans une grande mesure la proportion de bichromate employé), que le bichromate oxydera et détruira la matière colorante même du campêche. Et l'on n'obtient que de pauvres teintures. Je me suis étendu sur ce point, parce qu'il me semble mériter d'être mis en relief.

L'eau doit être le plus pure possible, car les sels de chaux et de magnésie sont généralement nuisibles dans l'extraction. Elle ne sera chauffée qu'à environ 80°, de façon à n'extraire que le principe colorant. On ne la chauffera pas au moyen de barboteurs, ni même au moyen de serpentins à vapeur. En effet, il faut prévenir le contact entre le bois et la vapeur, ou une surface trop chaude, de façon à ménager le plus possible la matière colorante et à éviter toute occasion d'altération. Il serait même très avantageux de chauffer le liquide, en dehors de chaque élément de la batterie, dans un réchauffeur à serpentin de vapeur. Ce réchauffeur fournira en outre le moyen d'assurer la circulation du liquide dans l'extracteur. Comme le bois retiré de chaque extracteur, après avoir été soumis à six passages d'eau à 80°, renfermera encore quelques principes utiles, après l'avoir enlevé de chaque extracteur, on le soumettra, dans un appareil à cuire sous pression, à une cuite très énergique. On obtiendra ainsi un extrait de nature fort inférieure, qui sera réservé pour des usages spéciaux.

Quant à l'élément d'extraction, c'est-à-dire l'appareil isolé dont la réunion au nombre de six doit constituer la batterie, j'appelle tout particulièrement l'attention des teinturiers sur le diffuseur à portes latérales, dont voici la description. C'est un cylindre en métal portant une calotte supérieure en tronc de cône aplati, avec ouverture, et ayant une calotte inférieure conique, avec latéralement une large monture dans un plan formant un angle de 45° avec l'axe du diffuseur. La vidange du bois épuisé s'effectue par cette porte : l'écoulement des liquides se fait par un tuyau placé à la partie la plus basse du cône. La porte de vidange est fermée par un couvercle, maintenu sur un siège en caoutchouc ou bien sur une fermeture hydraulique au moyen d'une vis de serrage traversant un étrier. Ce couvercle est équilibré par un contrepoids.

La batterie d'extraction se composera de six éléments

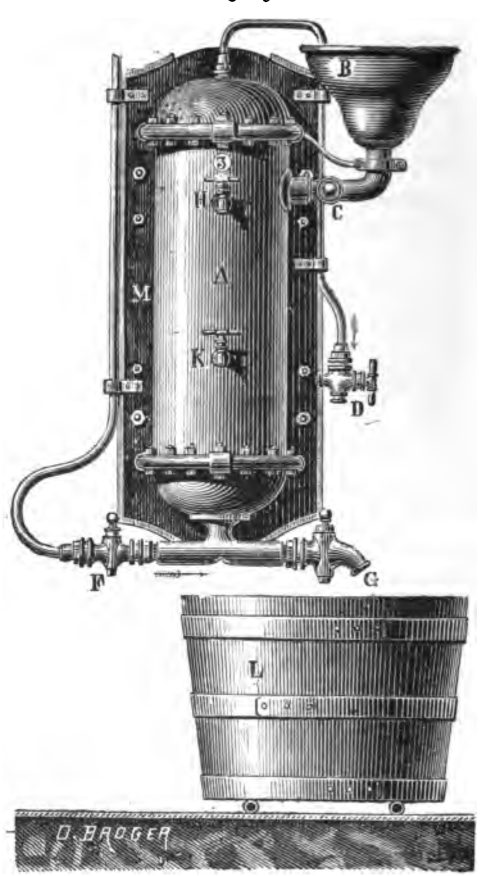
Fig. 67.



Batterie d'appareils de diffusion appliquée à l'extraction des matières tinctoriales et tannifères.

La qualité d'un apprêt dépend en grande partie du soin apporté à sa préparation.


Fig. 69.



Appareil Simon à cuire les apprêts.

Préparation des dissolutions. -- Elle se fait en agitant le corps à dissoudre avec le liquide dissolvant dans un vase quelconque. Il est bon de passer ces dissolutions au tamis afin d'éliminer toute molécule solide. L'agitation peut se faire par des moyens mécaniques. Un dispositif spécial à la

préparation des solutions de chlorure de chaux est représenté par la *fig.* 70 : il consiste en un cylindre perforé, dans lequel

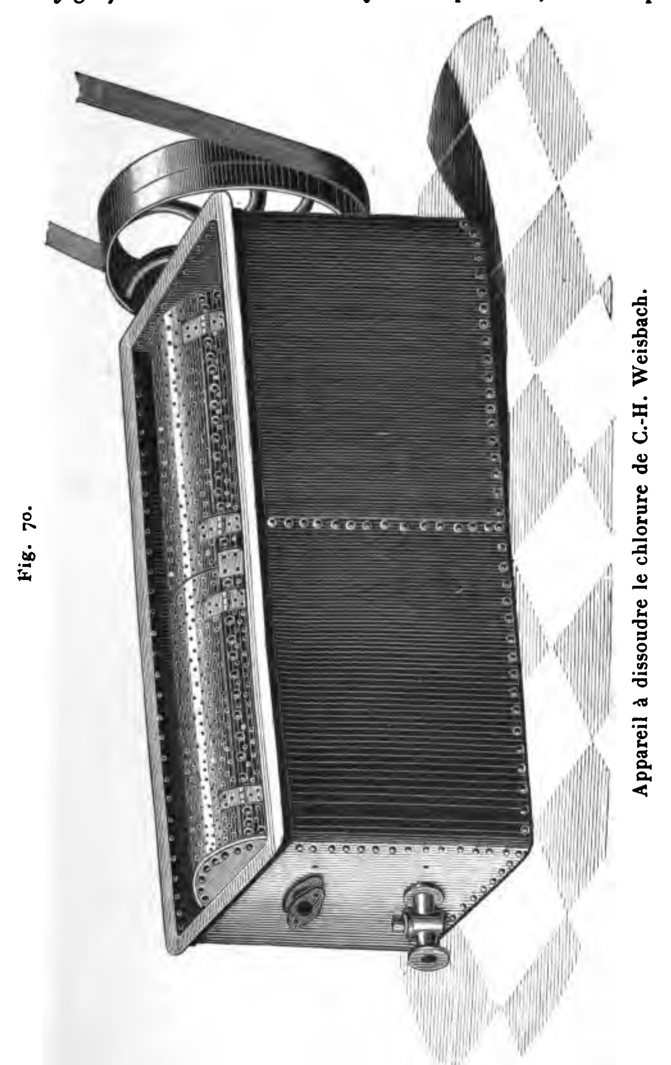


Fig. 70.

Appareil à dissoudre le chlorure de C.-H. Weisbach.

on met le chlorure et que l'on fait tourner dans un bassin rempli d'eau.

CINQUIÈME SECTION.

DÉGRAISSAGE, BLANCHIMENT, MORDANÇAGE.

Parmi les opérations qui précèdent la teinture, les principales sont le dégraissage, le blanchiment, le mordançage. J'ai donné dans le Tome I, page 33, les grandes lignes de ces opérations; nous n'avons donc à voir ici que ce qui concerne le matériel.

DÉGRAISSAGE.

La laine est dégraissée à l'état brut : c'est le désuintage. Elle est dégraissée également à l'état d'écheveaux et à celui de tissus, en vue d'enlever les matières grasses introduites en filature et en tissage.

Le coton est débouilli et dégraissé en même temps qu'on le blanchit. S'il n'est pas teint à l'état de coton blanchi, on se contente de le débouillir dans de simples cuves ou barques de teinture.

De même, la soie est dégommée dans de simples chaudières en cuivre. Pour la cuite, on la renferme dans des sacs.

Le matériel n'est spécial que pour le traitement de la laine.

Je ferai remarquer ici que tous les dispositifs employés pour le lavage (*voir* troisième Partie) peuvent l'être également pour le dégraissage de la laine.

Dégraissage de la laine brute ou désuintage. — La laine brute, ou laine en suint, est dégraissée dans les petits établissements dans de simples cuves de bois. Elle y est manœuvrée au moyen de lissoirs ou bâtons à bout arrondi. Après l'opération, on l'enlève avec des fourches, on la met à égoutter sur une claie, puis on la lave.

Le désuintage nécessite, en général, trois bains liquides successifs, les deux premiers de carbonate de soude, le troisième d'eau pure. Parfois le premier est aussi d'eau et de savon.

On place quelquefois la laine dans des paniers en osier, pour la plonger dans les bains de dégraissage.

L'*appareil à désuinter de H. Fischer* comprend, entre deux larges roues, quatre réservoirs en fer; ils se trouvent aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires. En faisant tourner les roues, chaque réservoir vient plonger successivement dans le liquide de dégraissage.

Quelques établissements réalisent le désuintage au moyen de grands cylindres en fer galvanisé disposés à bascule. Ils sont munis en bas d'un double fond percé de trous et d'un robinet de vidange. On y introduit par le haut la laine et le liquide, on manœuvre la laine le temps nécessaire, puis on vide le liquide que l'on renvoie au moyen d'une pompe centrifuge dans un bassin de repos, et l'on bascule le cylindre pour déverser la laine dans des wagonnets de transport.

D'autres établissements traitent la laine dans des paniers ou dans des récipients percés de trous, et placés dans une série de bacs en gradins. On l'y soumet, en amenant un courant d'eau, à une sorte de lessivage méthodique.

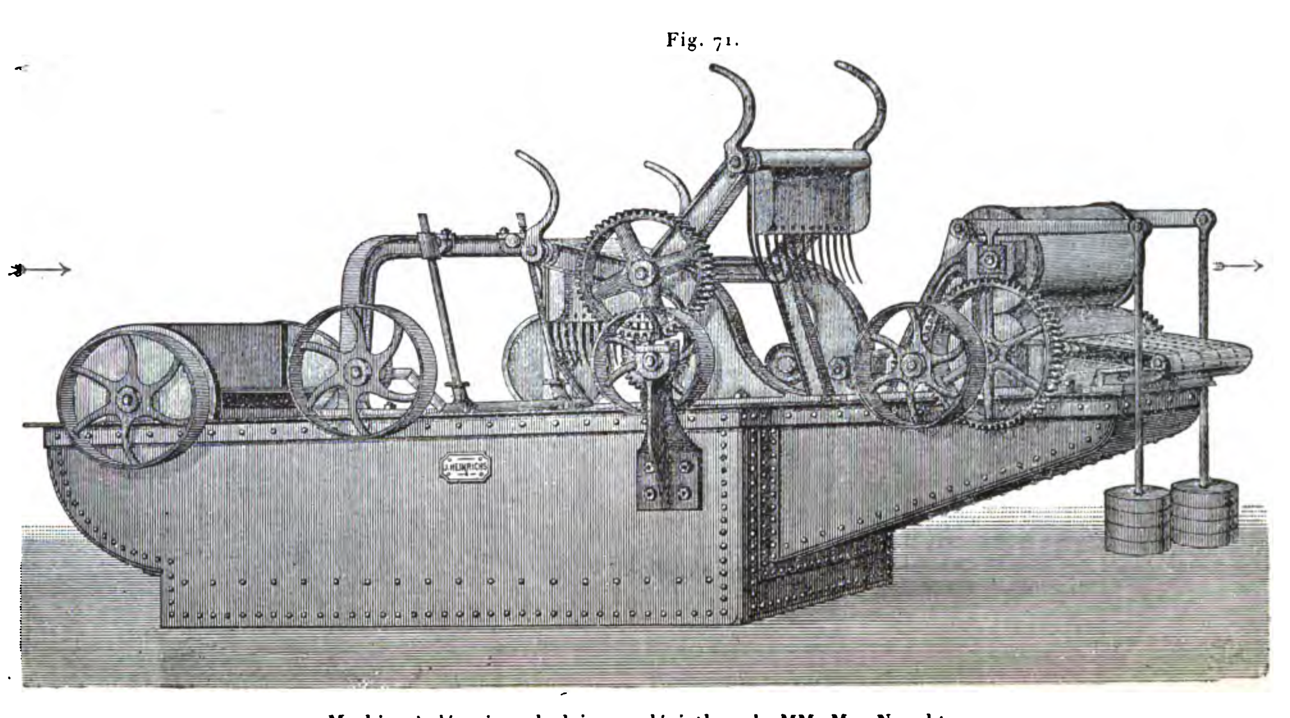
Le désuintage de la laine s'opère aussi dans des cuves ovales, où des râteaux, mus mécaniquement, la manœuvrent sans cesse. Nous reverrons d'ailleurs ce dispositif à propos du lavage.

Aujourd'hui on se sert généralement de bacs rectangulaires, de capacité assez grande, qui portent le nom de *léviathans*. Le premier a été breveté par E. Melen de Verviers en 1863. On en place trois à la suite l'un de l'autre.

Les conditions principales du problème que les inventeurs des léviathans se sont posé sont les suivantes : faire circuler la laine automatiquement dans l'intérieur des bacs sans qu'elle s'embarrasse; la transporter automatiquement d'un bac à l'autre; extraire les matières étrangères à fond, et empêcher les substances qui entrent en suspension de rester dans le bain, ainsi que les matières grasses de venir former une écume flottante à la surface.

Le *léviathan Mac Naught* est l'un des plus connus. La *fig.* 71 représente une forme ancienne. C'est un bac en fer muni de râteaux. La laine est introduite à l'une des extrémités du bac, étendue sur une toile sans fin, qui l'entraîne dans le liquide dégraisseur où elle se trouve pressée entre deux rouleaux. Puis des râteaux animés d'un mouvement de

Fig. 71.



Machine à dégraisser la laine ou léviathan de MM. Mac Naught.

fouillage la font avancer peu à peu, tandis qu'en même temps un râteau fixe, dont les dents sont obliques, s'opposent à ce que le mouvement de progression de la laine ne soit trop rapide. La laine est travaillée dans le bain par les râteaux mobiles; elle se trouve amenée peu à peu à l'autre extrémité du bac. Là un râteau tournant la soulève; elle est prise entre deux rouleaux qui l'expriment, elle tombe sur une toile sans fin, est amenée à un ventilateur qui l'ouvre, et passe dans la série de bacs identiques, renfermant les solutions convenables. Chacun d'eux est muni d'un faux fond pour permettre aux souillures de s'éliminer. Un système de tuyaux assure la circulation des liquides d'un bac dans l'autre en sens inverse du mouvement de la laine.

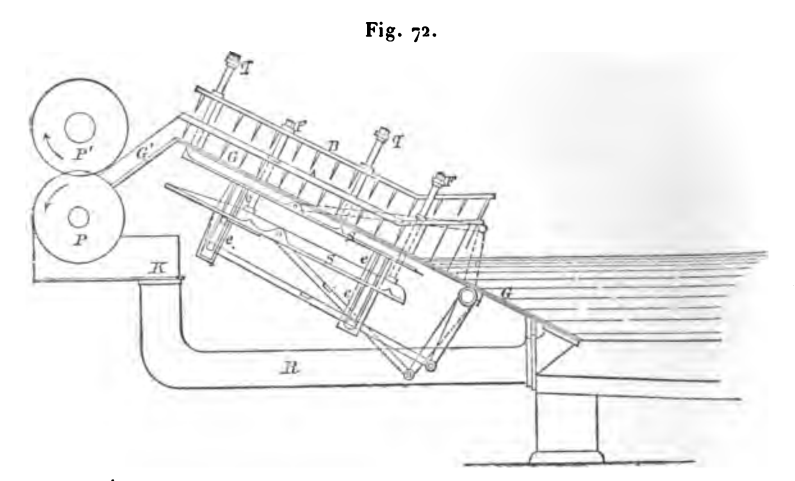
On remarquera que lorsque la laine, après avoir parcouru le bac aussi lentement que possible, arrive à l'organe élévateur, elle est soulevée brusquement hors de l'eau, et, dans ce mouvement, il arrive toujours qu'une partie de laine glisse en arrière, attirée d'ailleurs par l'espèce de tourbillon qui se forme. Or ce mouvement en arrière se répète plusieurs fois au cours des opérations, et il n'en faut pas plus pour mêler les fibres et les nouer. D'ailleurs, la laine pend sous forme de paquet autour de chaque dent du râteau, et elle est déposée sur la table sans fin en forme d'un anneau; il peut en résulter des irrégularités de la nappe, un frottement exagéré des fibres, et même un commencement de feutrage.

C'est pourquoi l'organe élévateur de la laine au sortir du bac a tout particulièrement excité les efforts des inventeurs.

Le mouvement élévatoire de la laine à sa sortie du léviathan Mac Naught a reçu le perfectionnement suivant (*fig.* 72). A l'extrémité du bac, se trouve une plaque de verre G disposée en pente depuis le fond du bac jusqu'aux rouleaux exprimeurs PP'. C'est sur cette plaque que la laine est élevée, et, comme la surface est parfaitement lisse, les fibres ne subissent pas de frottement. Au-dessus de cette plaque de verre, deux cadres A et B, armés de pointes métalliques, sont animés d'un mouvement de va-et-vient. Lorsqu'ils vont vers les rouleaux, leurs pointes sont en contact avec la plaque; au contraire, lorsqu'ils reviennent vers le bac, ils se relèvent et

leurs pointes sont maintenues à une distance constante de la plaque, grâce aux glissières S. Ces deux cadres sont placés l'un à côté de l'autre; quand l'un monte, l'autre redescend. Un système de tiges articulées et d'excentriques leur imprime ces divers mouvements. On se rend compte aisément de ce qui se passe. La laine est amenée par le dernier râteau dans la direction du cadre qui se trouve au bas de la plaque de verre; ce cadre s'abaisse, ses dents traversent la laine et la maintiennent contre la plaque, pendant tout le temps que

Fig. 72.



Élévation de la laine dans le Léviathan de MM. Mac Naught.

dure le mouvement ascensionnel du cadre. Quand la laine est arrivée au haut du cadre G, elle tombe le long de la plaque G' jusqu'aux rouleaux PP', tandis que le cadre se relève et va reprendre sa position initiale dans le bac. Pendant ce temps, le second cadre accomplit son mouvement en période de temps différente.

Dans la *machine de MM. Peltzer*, l'organe élévateur est constitué par une table-clavier, formée de barreaux fixes et de barreaux mobiles alternant l'un avec l'autre. Les barreaux fixes viennent s'appliquer par leur extrémité contre le rouleau exprimeur inférieur. Les barreaux mobiles reçoivent un

Fig. 73.

Léviathan Mac Naught perfectionné.

double mouvement d'élévation et de va-et-vient par l'intermédiaire d'arbres coudés, et la laine, amenée au moyen d'un cylindre hérisson garni de longues dents recourbées, s'avance de proche en proche jusqu'aux cylindres exprimeurs.

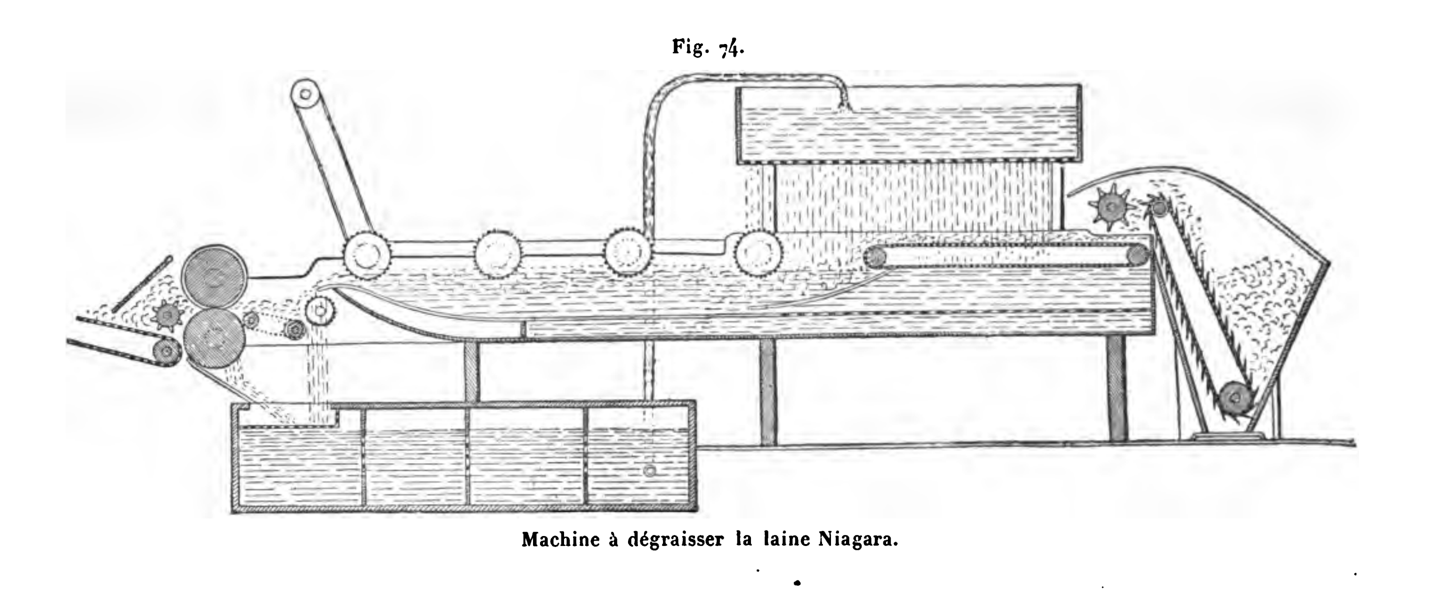
Un modèle perfectionné du léviathan Mac Naught est représenté *fig.* 73. J'y ferai ressortir surtout comment les constructeurs y assurent l'élimination des souillures. Le fond du bac est incliné et muni d'un tuyau qui amène les eaux provenant du lavage à l'auge demi-cylindrique visible sur le devant de la machine. Une roue à godets les élève dans une auge plus petite qui les fait passer dans une bâche de décantation placée le long de la machine à laver. Le fond de la bâche de décantation est à double pente; les souillures se rassemblent au milieu et s'enlèvent aisément. Les écumes et toute impureté flottante sont retenues dans la même bâche par le moyen d'une ou plusieurs cloisons. Enfin l'eau est prise un peu au-dessous de son niveau pour retourner dans le bac de lavage. Des deux rouleaux exprimeurs, le supérieur est recouvert de coton et l'inférieur est en fonte venu de pièce avec son axe, ce qui supprime le clavetage.

Dans le *léviathan de MM. Crosset et Debatisse,* un tambour en tôle enfonce la laine à son entrée. Le tablier d'élévation est celui Peltzer. Entre chaque bac de la série, une grosse presse à deux gros rouleaux presseurs est montée sur un bâti indépendant.

La *machine à laver la laine de M. Petrie* a pour caractères de proportionner le mouvement de la laine dans le bac à la grosseur du brin et d'amener la laine aux rouleaux exprimeurs, non plus à l'aide d'une chaîne sans fin, d'un cadre à pointes ou d'une table-clavier, mais en se servant du mouvement même de la machine et du liquide. Pour cela, les rouleaux exprimeurs sont abaissés de façon que leur prise soit en dessous du niveau de l'eau dans le bac. Le faux fond forme plan incliné jusqu'à cette prise; le dernier râteau y pousse la laine avec une petite masse d'eau, et la laine arrive en flottant jusqu'aux rouleaux. L'eau qui passe est reçue dans un réservoir et ramenée par une pompe dans le bac.

La *machine Niagara de M. D. Smith* est représentée *fig.* 74. La laine est élevée au-dessus du bac à l'aide de l'élévateur

Fig. 74.

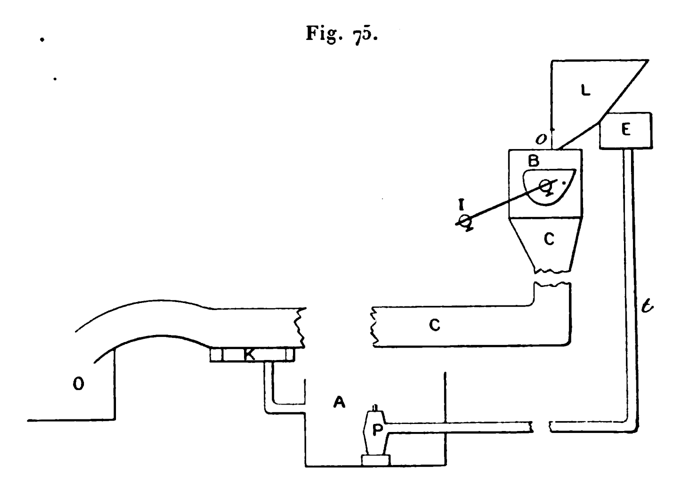


Machine à dégraisser la laine Niagara.

que l'on voit à droite de la figure; un cylindre à palettes tournant dans un sens opposé à celui de la laine règle l'arrivée. La laine est ensuite entraînée par un transporteur à claire-voie, passe sous un réservoir dont le fond est percé de nombreux trous pour verser la solution, et parcourt ensuite tout le bac. A son extrémité, elle passe entre deux cylindres exprimeurs, tandis que le liquide s'écoule dans une bâche où, après avoir traversé plusieurs cloisons, il est renvoyé dans le réservoir supérieur. Quant à la laine, au sortir des rouleaux de compression, elle est ouverte par un petit batteur.

La *machine à dégraisser les laines, système Hodgson,* de l'International Wool Improving Cy de Boston, diffère complètement de celles exposées jusqu'ici. Elle a paru à l'Exposition de 1889. Elle comprend (*fig.* 75) un bac à liquide E,

Fig. 75.



Machine à dégraisser la laine, système Hodgson.

un bac à laine L et un large conduit C. La laine à dégraisser est mise dans le bac L; elle s'y trouve soumise à l'action d'un courant du liquide dégraisseur qu'amène le tuyau *t* relié avec un pulsomètre P, ou tout autre organe d'élévation. Ce courant pousse la laine par l'ouverture *o*, dans une boîte mobile B qui bascule dès que son contenu l'emporte sur le poids I: la

laine et le liquide tombent dans le conduit C. Elles le parcourent dans toute sa longueur. La laine est ainsi soumise à un mouvement saccadé de progression pendant lequel ses fibres s'éloignent et se rapprochent alternativement, s'ouvrent, et pendant ce temps la solution les lave. Arrivée à l'extrémité du conduit C, la laine se déverse en O, tandis que le liquide se filtre en K, et est envoyé dans le réservoir A, où le pulsomètre le reprend.

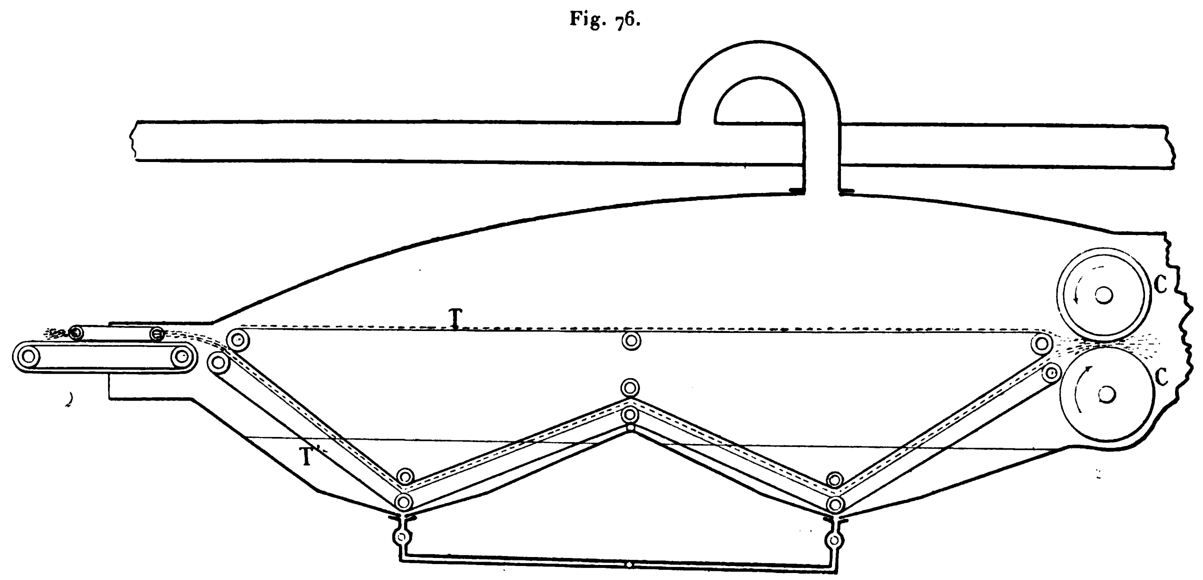
Dégraissage par les dissolvants neutres. — Le dégraissage de la laine par les dissolvants neutres a inspiré un grand nombre de machines et d'appareils. Le but poursuivi est d'éliminer les matières qui existent dans la laine brute et de recueillir de la façon la plus avantageuse celles qui sont susceptibles d'une utilisation. Le premier appareil en date est celui du Français Deïss, 1856, basé sur l'emploi du sulfure de carbone. Un grand nombre d'autres ont été brevetés depuis, principalement à l'étranger; on trouvera la description des principaux dans une conférence faite à Bradford par M. le Professeur Hummel (¹). Ceux proposés en vue d'un travail continu sont dus aux Anglais Thomas 1871, Singer et Judell 1888, G. et A. Burnell 1888.

L'*appareil Thomas* est plutôt destiné au traitement des tissus. C'est une longue cuve divisée en cinq compartiments distincts et fermés hermétiquement. Chacun d'eux est muni de rouleaux conducteurs et de cylindres essoreurs; il est rempli du liquide demandé par la méthode suivie.

Dans l'*appareil Singer et Judell*, la laine, laine en toison, passe dans une première série de douze cuves contenant du sulfure de carbone, puis dans une seconde de cinq cuves renfermant de l'eau, enfin dans une chambre à vapeur destinée à la sécher. Tout le système est renfermé dans une enceinte close. La laine est entraînée entre deux tabliers; au sortir de chaque cuve, elle est comprimée entre deux cylindres essoreurs.

(¹) J.-J. Hummel, *Wool scouring with volatile liquids*, 27 fig. (in *the Journal of the Society of Dyers*, 1891, p. 2-19).

Fig. 76.



Appareil à extraire le suint de la laine de MM. Dramez, Vassart et Delattre.

Les cuves de la *machine Burnell* ont la forme de V. Leur partie centrale est occupée par un cylindre entouré d'autres cylindres plus petits qui sont pressés contre lui par des ressorts. La laine, amenée par un tablier, passe entre le grand cylindre et les petits en sens inverse du courant du liquide dégraisseur.

L'*appareil de MM. Dramez, Vassart et Delattre* se compose d'une série de bacs semblables à celui de la *fig.* 76, et munis à leur sortie de cylindres essoreurs. La laine passe dans chacun successivement entre deux tabliers T et T'. L'ensemble de ces cuves est enfermé de façon que les vapeurs du dissolvant puissent être récupérées.

Dessuintage par extraction méthodique. — Les principes du lessivage méthodique qui ont été résumés p. 134 à propos de la préparation des extraits tinctoriaux ont été appliqués de la façon la plus heureuse par M. Richard-Lagerie à l'extraction du suint. L'appareil dont il se sert est représenté en élévation et en profil par la *fig.* 77. La laine est placée dans un chariot et soumise successivement à l'action d'eaux de plus en plus légères pour finir par un rinçage. Ces liquides sont mis en mouvement par une pompe.

Ils sont montés du chariot dessuinteur dans une boîte où un aréomètre très puissant actionne un balancier qui lâche successivement des fiches réglées disposées sur une boîte circulaire ou roue distributrice munie d'un trou et attirée par un contre-poids. D'où distribution automatique des divers jus dans les six compartiments d'une bâche placée sur un plancher supérieur, et envoi direct du suint le plus fort à la potasserie. Dans chaque compartiment, un flotteur actionne un arbre à cames, détourné par une corde, qui commande des soupapes de façon à renvoyer les suints non finis sur la laine. Le dernier traitement est un rinçage à l'eau pure.

Cet appareil réalise le désuintage automatique et le travail direct en densités de suint, grâce à l'emploi si ingénieux de l'aréomètre. Il n'occupe que $1^{m},50$ de longueur sur chaque côté par chaque unité de chariot, et peut dessuinter à 0° aréométrique 5000^{kg} de laine brute en vingt-

quatre heures, chaque lot ne demandant que quelques mi-

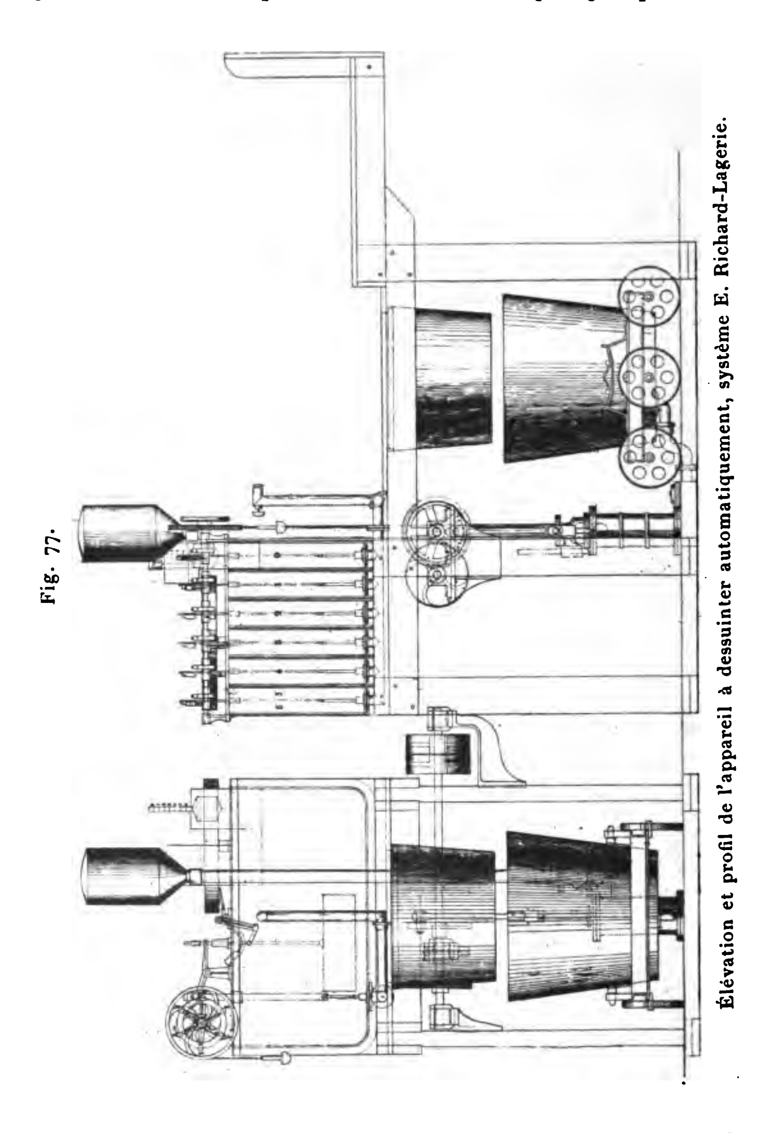


Fig. 77.

Élévation et profil de l'appareil à dessuinter automatiquement, système E. Richard-Lagerie.

nutes, ce qui préserve supérieurement les qualités de la fibre.

Dégraissage des écheveaux. — Les écheveaux de laine sont le plus souvent dégraissés à la main, dans des barques rectangulaires en bois, en s'aidant de bâtons ou lisoirs. Quelques machines ont été cependant proposées.

La *machine à dégraisser les fils de laine de Th. Aimers et fils* consiste en une barque au-dessus de laquelle tournent trois petits tourniquets sur lesquels on place les écheveaux. A la sortie de la barque, les écheveaux sont pris par un petit tablier sans fin et amenés à des rouleaux exprimeurs.

Dans quelques dispositifs, les écheveaux sont placés entre deux toiles sans fin, et passent ainsi dans une série de barques. Le travail est donc continu.

Une autre méthode de dégraissagé continu des écheveaux consiste à les attacher l'un à l'autre à la façon d'une chaîne, et à faire passer cette chaîne dans une barque munie de rouleaux guides. Au sortir de la barque, les écheveaux sont exprimés entre des cylindres de compression, qui peuvent être disposés sur un bâti spécial.

Les fils de laine sont aussi dégraissés à la *lisseuse*, sous forme de rubans d'étirages, dans le but d'enlever les huiles d'ensimage. La machine se compose essentiellement d'un porte-bobines, de deux bassins de dégraissage à double fond avec rouleaux plongeurs, guides en cuivre, rouleaux exprimeurs à la sortie, et de quatre cylindres sécheurs.

Dégraissage des tissus. — Les tissus sont tout d'abord *ébrouis* à l'eau bouillante dans des cuves de bois de $2^m,50$ de haut sur $1^m,30$ de diamètre; les pièces entières y sont entrées, recouvertes d'une enveloppe. Ils sont ensuite dégraissés, ou dégorgés, soit *en corde ou en boyau* dans la fouleuse ou dans le clapot, soit *au large ou à plat* dans le foulard, ou dans le clapot ou dans la machine à laver au large, machines de teinture ou de lavage qui seront décrites ultérieurement.

Le dégraissage en boyau s'effectue également dans la machine à laver, dite *dolly*, représentée en section *fig.* 153. Cette machine est enfoncée dans le sol. Le liquide de dégraissage est placé dans le réservoir central et est amené au tissu par un rouleau plongeur en bois. Au-dessus est un autre rouleau comprimeur en bois. Le tissu, dont les extrémités

ont été attachées ensemble, passe entre ces deux rouleaux.

Comme c'était le cas pour le désuintage de la laine brute, les machines à dégraisser les tissus de laine s'associent généralement en série de trois.

On dégorge également les tissus de laine dans de grandes cuves à roulettes à plusieurs compartiments avec six paires de rouleaux guides de façon à obtenir le dégorgeage d'une façon continue et au large.

Enfin, on se sert encore d'une machine analogue au dolly décrit pour le traitement en boyau. Elle s'en distingue en ce qu'elle est plus large, et qu'elle comporte des organes élargisseurs afin de redresser les plis. On peut laver dans la machine elle-même, après le dégraissage, en mettant de l'eau dans la cuve inférieure.

BLANCHIMENT.

Le blanchiment des cannettes, des écheveaux et des tissus de coton, les procédés du blanchiment électrique, le blanchiment du lin, celui de la laine et de la soie, sont les sujets passés en revue dans cette subdivision.

Blanchiment des cannettes de coton. — Le blanchiment du coton, lorsqu'il s'effectue sur les cannettes de filature, présente les grands avantages d'assurer, en même temps que la rapidité des opérations du blanchiment, la suppression d'un dévidage, d'un recannetage et des déchets résultant de ces deux opérations.

C'est le meilleur mode pour blanchir les filés à faible torsion, dont l'importance est grande en bonneterie et dans l'industrie de la soie pour tissus trame coton. De plus, ce mode de blanchiment rend plus facile la fabrication des articles couleur où le blanc joue un rôle. Voici comment, d'après M. Lévy (1), ce mode de blanchiment était suivi chez M. Ch. Weber-Jacquel, son introducteur à Mulhouse vers 1876 :

« En substance, on trouve dans cette usine de grandes

(1) *Bulletin de la Soc. ind. de Mulhouse*, T. LI.

cuves monolithiques en granit, d'une capacité de 6^{mc} et de forme cubique. La marchandise, soigneusement empaquetée, se met dans ces cuves qui sont ensuite fermées par des couvercles, également en granit, à joints hermétiques. Un chariot marchant sur rails rend facile la manœuvre de ces lourds couvercles. Les cannettes sont complètement blanchies dans ces cuves, sans autre déplacement, et en sortent presque propres. »

La Société C. Delescluse, qui s'est fait connaître depuis longtemps dans cette spécialité, a combiné des dispositifs dans le but de renfermer les cannettes et d'éviter le tassement du coton au cours des opérations du blanchiment.

Ses dispositifs les plus récents consistent en broches en celluloïd, creuses, coniques, avec rondelle de prise. On les introduit dans chaque cannette, de façon à la maintenir pendant le blanchiment. Les cannettes ainsi soutenues sont placées par couches successives dans des boîtes en celluloïd, fermées par un couvercle, et percées de trous ainsi que le couvercle. On met ces boîtes dans la cuve de blanchiment.

Les machines proposées pour la teinture des cannettes, et qui sont étudiées plus loin, peuvent également s'appliquer au blanchiment.

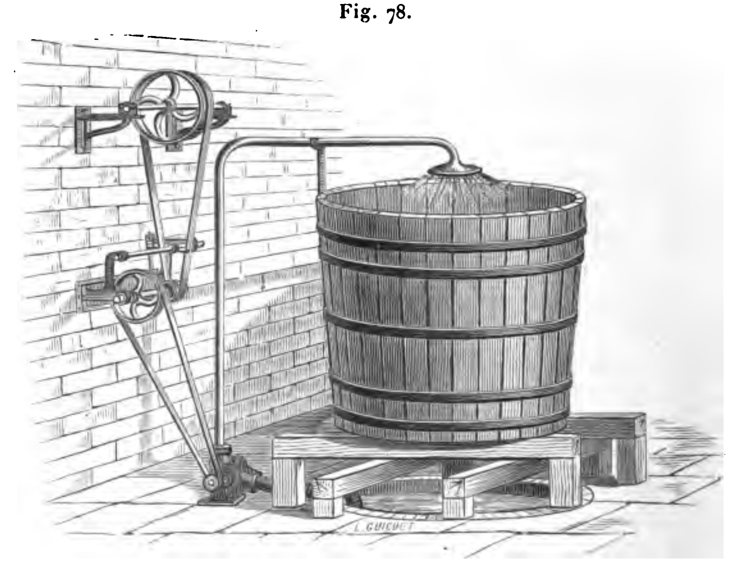
Blanchiment des écheveaux de coton. — Les diverses opérations s'effectuent dans des cuves en bois, ou dans les mêmes chaudières à basse pression que pour le blanchiment des tissus, même parfois dans des chaudières à haute pression, mais le plus souvent dans des citernes en bois ou en granit. — Ces citernes sont munies d'un double fond percé de trous. La circulation du liquide est aisément réalisée en le faisant s'écouler au sortir de la citerne dans un réservoir placé à un niveau inférieur, l'y reprenant au moyen d'une pompe en bois ou en ébonite, ou d'une pompe centrifuge, ou d'un injecteur, et le reversant à la surface de la citerne par l'intermédiaire d'une boîte formant tamis, sorte d'égouttoir, ou mieux d'une grosse pomme d'arrosoir. Toutes les opérations se font dans la même citerne, sans qu'on soit obligé d'enlever les écheveaux avant leur terminaison. Les écheveaux peuvent y être traités en chaîne ou en matteaux séparés.

Blanchiment des tissus de coton. — Les pièces sont d'abord imprimées aux chefs, afin de pouvoir les reconnaître, puis cousues bout à bout. On coud ainsi de 50 à 100 pièces ensemble. Elles sont ensuite grillées.

Les principales opérations du blanchiment sont les lessivages, en chaux et en soude, le chlorage et l'acidulage. Elles sont suivies de lavages très soignés, pour lesquels je renvoie à la section : *Du lavage*.

L'imprégnation des tissus dans les bains de lessive de chaux, de chlorure de chaux ou d'eau acidulée, etc., peut se faire dans de simples cuves en bois comme celle représentée *fig.* 78, ou dans des citernes, ou dans des cuves à roulettes

Fig. 78.



Cuve à la chaux, de M. Fr. Tulpin.

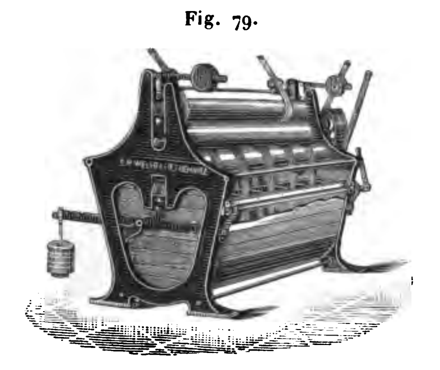
où le tissu est traité au large d'une façon continue, ou dans des clapots spéciaux comme la *fig.* 79 en montre un exemple. Le bassin de la machine renferme la lessive; le tissu y passe plusieurs fois en boyau, entre deux rouleaux de bois ayant $1^{m},50$ de table et 40^{cm} et 35^{cm} de diamètre. Lorsque le tissu passe en boyau d'une façon continue, il est conduit au moyen

de guides en porcelaine, ou de barreaux-guides, comme on le voit sur la dernière figure.

Le *lessivage* s'effectue en soumettant le tissu à une circulation continue du liquide. Dans ce but, on emploie des appareils à basse pression et des appareils à haute pression.

Les *appareils à basse pression* sont des cuves en bois ou

Fig. 79.



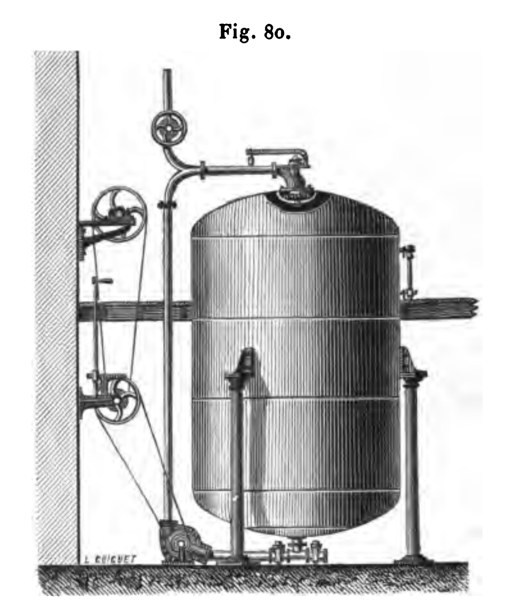
Machine à passer en chaux, en chlorure ou en acide, de M. C.-H. Weisbach.

en tôle galvanisée, parfois recouvertes de ciment, cuves dont l'aspect est celui de la *fig.* 78, ou des citernes analogues à celle décrite pour le blanchiment des écheveaux, ou des chaudières, ces dernières différant de celles à haute pression (*fig.* 80), en ce qu'elles n'ont pas de couvercle et sont moins solides. Quel que soit l'appareil employé, le liquide est ramené constamment de bas en haut, pour être versé sur le tissu; ce mouvement est généralement assuré par la pression même de la vapeur. On peut se servir aussi d'une pompe. L'entraînement s'effectue souvent dans les grands appareils par un tube extérieur, afin de pouvoir disposer le tissu plus aisément dans l'appareil; parfois, cependant, les cuves présentent un tube central de circulation. Les tissus sont maintenus dans la cuve, sur un gril en bois, au moyen de madriers en bois ou de traverses en fer galvanisé. Les cuves et les chaudières sont ouvertes à l'air libre, ou fermées au moyen d'un couvercle avec ouverture d'échappement pour la vapeur.

Les appareils à basse pression sont principalement utilisés pour le débouillage, les premiers lessivages et pour le blanchissage. Ils offrent une sécurité plus grande; la manœuvre est plus aisée, mais la production est moindre qu'avec les appareils à haute pression.

Dans les *appareils à haute pression*, un couvercle vient fermer hermétiquement, au moyen de charnières à vis, le trou

Fig. 80.



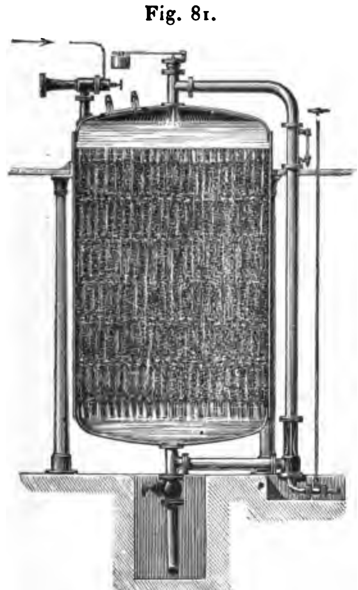
Chaudière à lessiver les tissus, de M. Fr. Tulpin.

d'homme qui sert à introduire le tissu, et l'on peut ainsi opérer à une température plus élevée, et sous une pression de plusieurs atmosphères, ce qui rend le lessivage beaucoup plus rapide. La circulation du liquide est intérieure ou extérieure; on se sert, pour la réaliser, soit d'une pompe centrifuge (*fig.* 80), soit d'un injecteur à vapeur (*fig.* 81). On fait utilement le vide, par exemple avec un éjecteur, à l'intérieur de la chaudière avant d'introduire le liquide, car on assure mieux l'imprégnation du tissu. Dans un dispositif dû à M. Haubold, la chaudière est mobile sur rails et se sépare de son couvercle

que l'on enlève au moyen d'une chaîne. Les dimensions de ces chaudières sont ordinairement 2m,50 à 3m de haut sur 2m à 2m,50 de diamètre, pour 2 à 3000 kilos de tissu. Épaisseur des tôles : 13 à 15mm.

Le lessivage à haute pression se fit d'abord en Angleterre, d'où il revint en France vers 1838; mais ce fut principalement à partir de 1858 qu'il se répandit, grâce aux appareils proposés à cette époque par Pendlebury et Barlow. Dans l'appareil

Fig. 81.



Chaudière à haute pression pour le lessivage des tissus, avec éjecteur et injecteur de MM. Kœrting.

Pendlebury, une petite chaudière annexe est placée à côté de la chaudière principale et sert de réchauffeur pour le liquide, la circulation étant assurée d'une façon intermittente au moyen d'un des dispositifs auxquels il a été fait allusion plus haut. — Dans le système Barlow, deux chaudières d'égale capacité (de 4 à 18mc), sont réunies ensemble par un système de tuyauterie approprié. Lorsque le liquide a agi dans l'une,

on l'envoie dans la seconde; on le distribue dans chacune de ces chaudières au moyen d'un tuyau central percé de trous en quinconce, qui permet, si la pression de la vapeur vient à s'abaisser à la partie supérieure, à la vapeur du bas de venir rétablir l'égalité de pression. Les deux systèmes ont été combinés ensemble. La conduite des opérations nécessite des précautions dans le détail desquelles le plan de mon Ouvrage ne me permet pas d'entrer. Une étude de M. Burnat, publiée dans le *Bulletin de la Société industrielle* de Mulhouse, renferme à ce sujet des renseignements intéressants. — L'appareil à haute pression le plus employé aujourd'hui consiste en une simple chaudière, où l'on peut faire le vide, et à circulation continue du liquide. La *fig.* 81 représente une chaudière de ce genre, avec un éjecteur en haut pour faire le vide, et un injecteur en bas pour assurer la circulation de la lessive.

On adjoint avec avantage à cette chaudière un réchauffeur à plusieurs tubes analogue à celui dont il a été parlé page 93 pour le chauffage du bain de teinture. Le *réchauffeur à lessives de MM. Scheurer-Rott et Cie de Thann* se compose d'un faisceau tubulaire dans lequel circule la lessive refoulée par une pompe, et qui est contenu dans une forte enveloppe en tôle dans laquelle arrive la vapeur. Un robinet de purge sert à écouler l'eau de condensation. Le faisceau tubulaire se compose de quarante tubes de $5^{cm},5$ de diamètre environ, ayant $3^{m},5$ de longueur, et représentant environ 25^{mq} de surface de chauffe. Le liquide est pris à la partie inférieure de la cuve, passe par le réchauffeur, et vient se déverser dans la partie supérieure. Lorsque le bouillissage est terminé, on réalise avec une égale facilité le refroidissage, en remplaçant la vapeur de l'enveloppe par un courant d'eau froide (*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, 1893, p. 82-89).

Comme systèmes particuliers méritant une mention spéciale, j'indiquerai ici la chaudière de MM. Mather et Platt, l'appareil continu du système Mather-Thompson, enfin les appareils se rattachant aux procédés de blanchiment électrique.

La *chaudière-vaporiseur de MM. Mather et Platt*, pour le procédé de blanchiment Mather-Thompson (procédé reposant

sur l'emploi de la soude caustique), consiste en un cylindre horizontal en fer forgé. A l'une de ses extrémités, une porte en fer forgé se lève ou s'abaisse par un dispositif hydraulique pour laisser passer des cages contenant le tissu en boyau. Celles-ci sont de simples wagonnets en treillis de fil de fer galvanisé. Une fois les cages introduites, la chaudière est reliée par un tube au tuyau fournisseur d'une pompe centrifuge, qui envoie la dissolution de soude. Pour éviter que la fibre ne s'altère par oxydation, on maintient la pression en dessous de la pression atmosphérique et l'on tient le tissu continuellement mouillé d'une façon complète, le niveau du liquide toujours au-dessus du tissu. L'opération terminée, on pompe la solution en dehors de la chaudière, puis on y fait passer un courant d'eau chaude pour laver le tissu. L'eau est ensuite écoulée, la porte est ouverte et les cages sont retirées.

L'*appareil continu de MM. Mather et Platt* est constitué par une série de cuves à roulettes où les opérations qui suivent le lessivage se font sur le tissu au large d'après un procédé particulier.

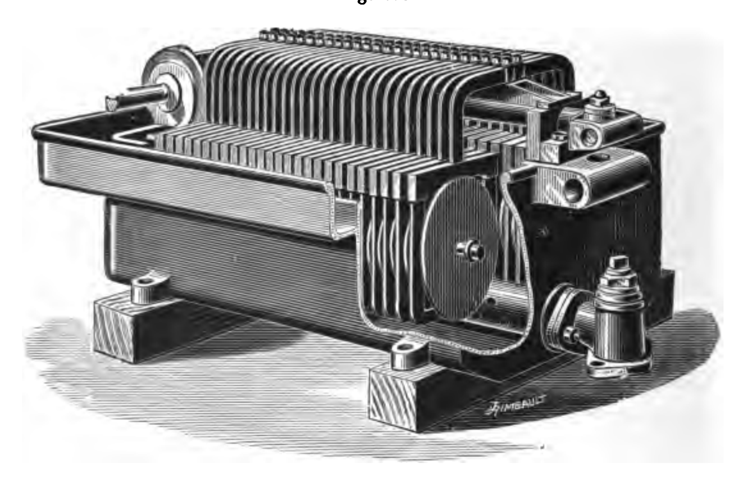
Blanchiment électrique. — Le caractère essentiel des divers procédés de blanchiment électrique est de produire du chlore en décomposant par le courant électrique un chlorure, par exemple celui de magnésium ou celui de sodium. Le chlore résultant de cette décomposition se rend à l'électrode [1] négative. Il semble même se produire un composé oxygéné du chlore, doué d'un pouvoir décolorant très énergique. Cette préparation de chlore est réalisée, le plus souvent, dans un appareil spécial, en dehors des cuves de blanchiment, et le procédé revient à un mode spécial de préparation de l'agent décolorant.

L'*appareil électrolyseur de M. Hermite* (*fig.* 82) est l'un des plus connus. Il consiste en une cuve en fonte galvanisée ayant à la partie inférieure un tube perforé d'une quantité de trous et muni d'un robinet en zinc. La dissolution de chlorure

[1] On nomme *électrodes* les deux lames qui plongent dans le liquide à décomposer et y amènent le courant électrique.

entre par ce tube dans l'électrolyseur. Le haut de la boîte est muni d'un rebord formant canal, par où le liquide déborde et s'écoule par un tuyau que la figure ne montre pas. Le courant électrique provenant d'une dynamo parvient aux électrodes positives, traverse le liquide en décomposant le chlorure, et ressort par les électrodes négatives. Les électrodes positives sont constituées par une toile de platine, maintenue

Fig. 82.



Appareil pour le blanchiment électrique, de M. Hermite.

au moyen d'un cadre en ébonite; toutes sont fixées à une barre en cuivre qui les met en communication avec le pôle + de la dynamo. Les électrodes négatives sont formées par un certain nombre de disques en zinc montés sur deux arbres qui tournent lentement et communiquent par la boîte en fonte avec le pôle — de la dynamo. Le liquide qui sort de l'appareil est employé directement au lieu de la solution de chlorure de chaux.

Dans l'*appareil à blanchir par l'électricité de M. C. Kelner,* au contraire, la décomposition électrolytique du chlorure se fait au contact même de la matière à blanchir. Celle-ci est d'abord imprégnée de la solution objet de l'électrolyse, puis

on la fait passer entre deux électrodes en forme de cylindres.

Blanchiment du lin. — Pour le chlorage du fil de lin, on se sert souvent de cuves avec tourniquets, ou double rouleau placé au-dessus. Parfois les écheveaux sont disposés sur un cadre que l'on manœuvre au moyen d'un levier hydraulique, pour l'amener dans les chaudières à blanchir et l'y agiter.

Blanchiment de la laine et de la soie. — Le seul dispositif dont j'aie à parler ici est l'étuve ou chambre à soufrer. Les écheveaux y sont disposés sur des bâtons ou sur des cadres. Les tissus lourds y stationnent au large; les tissus légers y passent à la continue. — Le soufre, en brûlant, absorbe son poids d'oxygène. Or le mètre cube d'air renferme 23 pour 100 de son poids d'oxygène, soit 297^{gr}. Il en résulte que, théoriquement, la quantité de soufre à brûler dans le soufroir est d'environ 300^{gr} par chaque mètre cube de capacité.

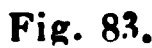
MORDANÇAGE.

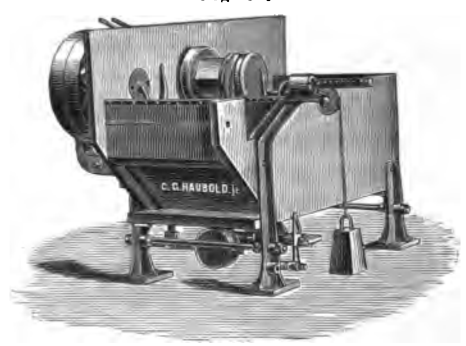
En général, le matériel employé pour imprégner les fibres des diverses substances qui servent de mordants (*voir* Tome I, p. 46 et 47) est le même que celui utilisé dans les ateliers pour la teinture proprement dite, ou pour le lavage consécutif.

Les textiles en laine sont le plus souvent mordancés à la main.

Mordançage des écheveaux et des tissus. — Les écheveaux, eux aussi, sont ordinairement mordancés à la main, puis tordus à une cheville en bois, l'immersion dans le bain de mordant et le chevillage étant répétés autant de fois qu'il est nécessaire. Ce mordançage s'effectue aussi à la machine. Les écheveaux de coton sont mordancés dans les machines décrites plus loin pour le lavage; les machines à teindre les écheveaux conviennent moins parce que leurs mouvements sont plus compliqués. Lorsque les écheveaux de coton sont mordancés mécaniquement, c'est surtout dans des machines

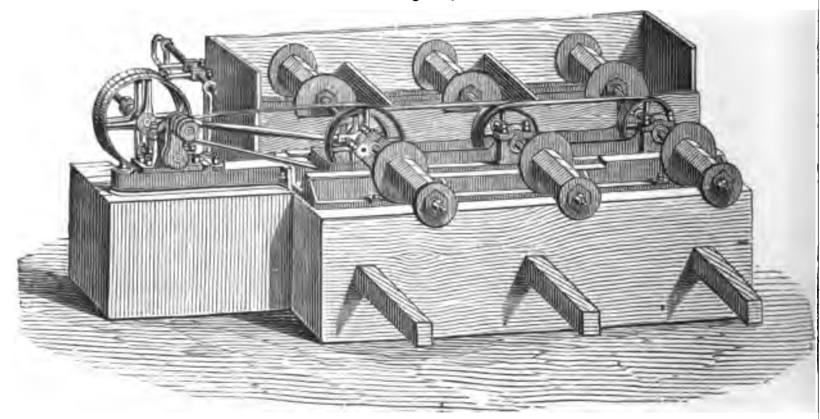
analogues à la *machine à imprégner le coton* (*fig.* 83), cuve


Fig. 83.


Machine à imprégner le coton, de M. C.-G. Haubold.

avec tourniquet sur lequel on place l'écheveau ; à la *machine à mordancer à quatre rouleaux* (c'est la machine à laver de Prévinaire), qui convient pour l'alunage et l'engallage ; à la *machine à mordancer* à plusieurs tourniquets, de A. Wever, etc. (*fig.* 84), qui convient pour l'engallage et le mordant

Fig. 84.

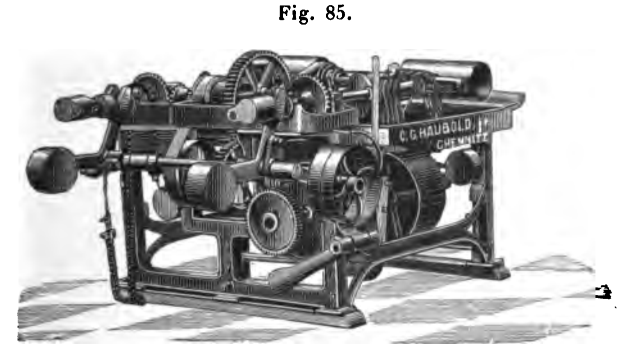

Machine à mordancer, de M. A. Wever.

de fer ; aux *machines à passer et à tordre* de C.-G. Haubold

(*fig.* 85), de A. Wever, de F. Dehaitre, etc., pour la teinture du coton en rouge turc. Dans ces machines, qui sont généralement doubles, le mordançage et le chevillage s'effectuent successivement et automatiquement, le rouleau qui supporte l'écheveau se relevant de lui-même pour le tendre et le tordre. La production peut atteindre, avec deux ouvriers, 1000^{kg} et même 2000^{kg} par jour.

Les écheveaux de laine sont le plus souvent mordancés à la main, ou au moyen d'une machine à simple tourni-

Fig. 85.



Machine à passer et à l'ordre, de M. C.-G. Haubold.

quet. Les écheveaux de soie sont parfois alunés ou engallés à l'aide de machines à plusieurs tourniquets ou de machines à rouleaux.

Les tissus sont mordancés soit au tourniquet, soit au clapot, soit au foulard, soit à la cuve à mordancer au large, cuve à roulettes à deux ou plusieurs compartiments avec cylindres exprimeurs à la sortie de chacun. Ces diverses machines seront décrites comme machines à teindre et machines à laver les tissus.

Quant aux bobines et aux cannettes, leur mordançage s'effectue dans l'appareil même où on les teint.

Autres opérations avant la teinture. — Les fibres en laine doivent être ouvertes au moyen d'ouvreuses ou de batteuses.

Certains genres de tissus ont à subir avant la teinture d'autres opérations fort importantes, le grillage, le tondage, le fixage, etc. Elles sont exposées sommairement à la section des apprêts.

Après cette rapide revue du matériel qui sert aux opérations avant la teinture, nous allons voir d'une façon plus approfondie le matériel de la teinture proprement dite.

DEUXIEME PARTIE.

OPÉRATIONS DE LA TEINTURE.

En vue d'effectuer les opérations constituant la teinture proprement dite, un nombre considérable d'appareils et de machines ont été proposés jusqu'à ce jour; ils se différencient entre eux selon qu'ils s'appliquent aux matières brutes, aux rubans de cardes ou de peigné, aux filés en cannettes, en écheveaux ou en chaînes, enfin aux tissus. Notre étude se divise donc tout naturellement en sections correspondantes, et nous la ferons porter successivement sur les machines à teindre : 1° les poils, 2° les rubans, 3° les bobines, 4° les cannettes, 5° les chaînes, 6° les écheveaux, 7° les tissus. Cette étude ne portera pas uniquement sur les machines qui sont entrées dans la pratique journalière; je choisirai parmi les autres, principalement lorsque j'exposerai les questions si actuelles de la teinture en rubans, en bobines et en cannettes, celles de ces machines qu'un caractère d'ingéniosité ou de nouveauté recommande plus particulièrement à l'attention. Je donnerai à la suite de la quatrième Section un relevé des brevets pris en France depuis 1889 pour le blanchiment et la teinture des matières textiles en poils, en rubans, en bobines et en cannettes.

PREMIERE SECTION.

TEINTURE DES POILS.

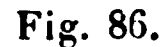
La teinture des matières textiles à l'état brut (en poils, laine, vrac, flocons, floches, plocs ou ploques), se fait, pour le coton et la laine, lorsqu'on a en vue soit des mélanges des

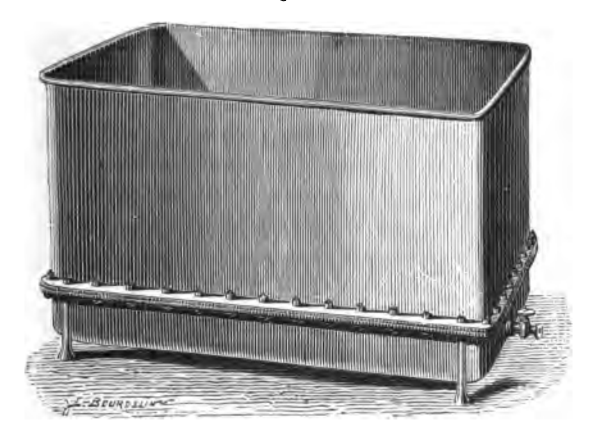
deux fibres pour la draperie, pour la bonneterie, soit des mélanges à lots différemment teints d'une seule et même fibre, en vue d'obtenir des teintes plus solides : les gris ainsi réalisés pour fils cardés, par des mélanges de laines teintes en noir et de laines blanches, sont meilleurs que les gris que l'on teindrait directement. Mes lecteurs ne s'en étonneront pas s'ils veulent bien se reporter à ce que je disais à la page 63 du Tome I, que plus une couleur teinte est intense, plus sa résistance à la lumière est grande.

Cette teinture des fibres avant filature présente de réels avantages. Pour la laine comme pour le coton, elle a comme résultats, non seulement une économie de main-d'œuvre, mais encore une meilleure préservation de la fibre; enfin on évite plus aisément le feutrage de la laine. En revanche, elle offre plus d'une difficulté : les fibres tendant à se mettre en pelotes, à se nouer, l'unisson n'est pas aisé et les teintures sont souvent inégales, surtout avec le coton lorsque le débouillissage a été incomplet ou lorsque la fibre renferme une certaine proportion de fibrilles mortes. Il est vrai que le cardage vient corriger le défaut d'égalité dans les teintes, mais les nœuds restent la cause de grandes difficultés et de déchets en filature. Un autre inconvénient est que la teinture en plocs exige environ un tiers de matières colorantes en plus que la teinture en écheveaux. Ce mode de teinture exige, en outre, plusieurs passages aux machines à ouvrir la fibre, et ces traitements nuisent aux qualités de la fibre.

Les fibres en laine (coton et laine) sont teintes dans de simples cuvelots, ou dans des chaudières de teinture analogues à celles représentées *fig.* 60 à 62, ou dans des cuves rondes ou ovales, comme celles dont j'ai déjà parlé à propos du lavage de la laine et à propos du mordançage du coton, ou dans des barques rectangulaires, comme la *fig.* 86 en représente un exemple. Tous ces appareils sont munis du système de chauffage approprié (*voir* p. 88 et suivantes). On y remue le coton ou la laine, à l'aide de fourches de bois, soit à la main, soit mécaniquement, et il faut veiller surtout à ce que la matière ne se mette pas en pelotes, c'est-à-dire ne se noue (se matte) pas, de façon à ne pas empêcher la teinture de s'effectuer avec régularité et la filature d'être aisée.

Le coton est teint dans des barques rectangulaires, la laine l'est plus souvent dans des chaudières hémisphériques, et on la renferme avec avantage dans un filet grossier. Quand il s'agit de bleu de cuve, la laine en toison est teinte dans un panier en osier à claire-voie que l'on fait descendre dans le bain de teinture. Après la teinture, on met égoutter la laine sur une claie au-dessus de la cuve, si l'on veut recueillir le liquide tinctorial. M. Aucher et M. Iv. Simonis ont proposé


Fig. 86.



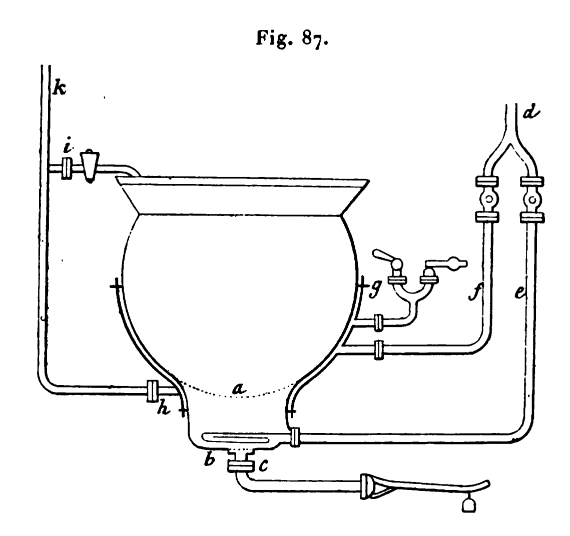
Barque de teinture à double fond.

de faire cette teinture dans des cuves fermées, et à l'abri de l'air, afin de pouvoir utiliser tout l'indigo et d'empêcher sa précipitation au contact de l'air.

Des formes spéciales ont été proposées pour les chaudières destinées à la teinture de la laine en poils. La *cuve de M. Drèze* est analogue à une chaudière à lessiver le coton à l'air libre; un tuyau central *y* reçoit le courant de vapeur à son orifice inférieur, et le liquide est entraîné et ramené au-dessus de la matière à teindre. Avec la *chaudière de M. P. Schulz* (*fig.* 87), on peut chauffer à volonté, directement ou indirectement, soit les parois latérales, soit le fond de l'appareil, d'où une ébullition très égale et très régulière. La laine se

met sur le faux fond, *a*, percé de trous. La chaudière est également munie d'un double fond latéral. Un tuyau de purge *c* est muni d'un tamis *b* pour empêcher l'obstruction. Le tuyau à vapeur *d* présente deux branches : l'une *f* destinée au chauffage indirect, l'autre *e* au chauffage direct. En *g*, se trouvent les soupapes de sûreté. L'eau de condensation, reprise par le tuyau *h*, est renvoyée au dehors en *k*, ou dans la chaudière elle-même par le tuyau *i*.

Fig. 87.



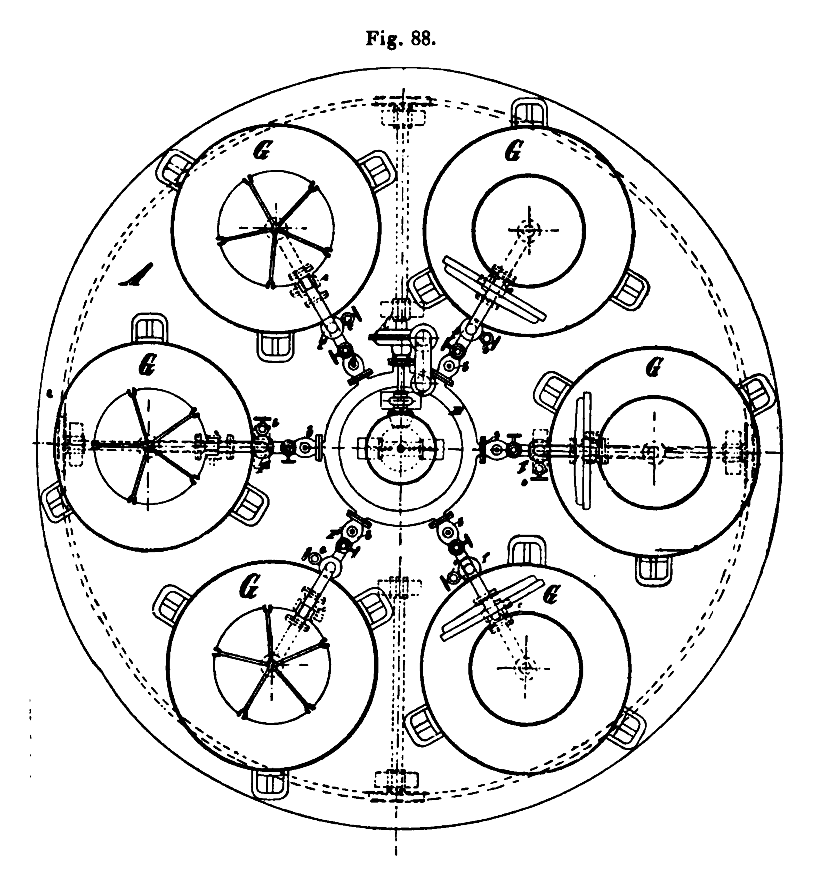
Chaudière de M. P. Schulz, pour la teinture de la laine en toison.

La *machine Delahunty* est une longue cuve analogue à celles employées pour dégorger les tissus. La matière y est remuée au moyen de rateaux aussi longs que la cuve et portant de nombreuses dents recourbées.

La plupart des chaudières de teinture sont en cuivre. Or le cuivre a, dans beaucoup de cas, une influence fâcheuse sur la vivacité des nuances obtenues, et cette action se fait sentir particulièrement avec un grand nombre de matières colorantes substantives appliquées à la teinture de la laine. On obvie à cet inconvénient en étamant l'intérieur des chaudières en cuivre. Cet étamage est dispendieux. M. C.-O. We-

ber a indiqué, comme pouvant le suppléer à très peu de frais, un moyen qui consiste à rapporter en contact avec le cuivre des bandes de zinc; les deux métaux forment un couple électrique qui empêche le cuivre de se dissoudre.

Fig. 88.



Appareil circulaire pour le blanchiment et la teinture continus des matières textiles, de M. Gebauer.

Mais les cuves et les chaudières tendent de plus en plus à être remplacées par des appareils tout spécialement combinés pour la teinture des fibres en laine. Leur principe général est le suivant : immobiliser la matière à teindre, et la faire

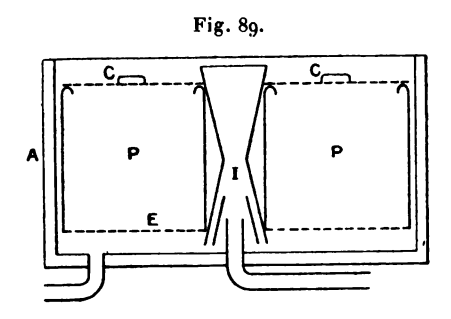
traverser par le liquide tinctorial, de façon à éviter l'emmêlement et le feutrage des fibres.

Parmi ces appareils spéciaux, je décrirai, pour la teinture du coton : les appareils Mason, Sella-Cerrutti, Jagenburg, Theilig et Klauss; pour la teinture du coton et de la laine : les appareils Schmidt, Weber, Smithson et Obermaier. D'ailleurs, tous ces appareils peuvent, en principe, être employés pour les deux fibres. Je ferai remarquer aussi que le plus grand nombre de ceux décrits dans les Sections suivantes pour la teinture des rubans, des bobines, et même des cannettes, peuvent servir également à la teinture des fibres en laine.

L'appareil Mason n'est autre qu'une chaudière close analogue à celle employée pour le blanchiment des écheveaux de coton. Cette chaudière est recouverte intérieurement de plomb. On y produit une circulation du liquide tinctorial en y faisant le vide au moyen d'une pompe à air. On peut disposer plusieurs de ces chaudières en une série circulaire, et accomplir en conséquence un travail continu. Cette disposition est représentée par la *fig.* 88, concernant un système analogue.

L'appareil Sella-Cerruti, construit par M. Haubold, « a servi pendant longtemps (M. Dépierre) » et dans bien des cas a sa raison d'être. Il se compose (*fig.* 89) d'un réservoir en

Fig. 89.



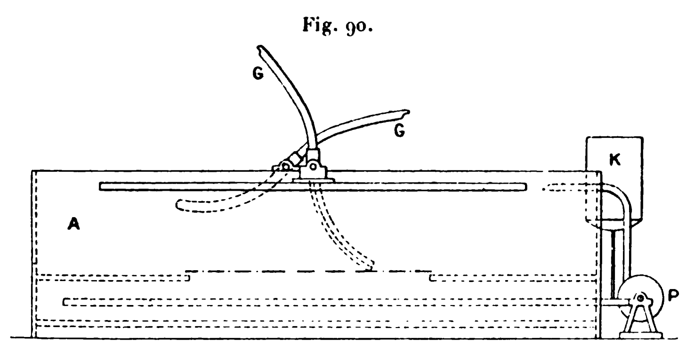
Appareil Sella-Cerruti pour la teinture des fibres en laine.

pierre de forme cubique. A, P, P sont des paniers dans lesquels on met la matière à teindre; le fond de ces paniers F est perforé pour laisser passer le liquide; le couvercle C est également

ment perforé. Un injecteur I placé entre les deux paniers met le liquide en mouvement.

La *cuve ovale G. Jagenburg* (*fig.* 90) tient le milieu entre les anciens et les nouveaux. Il consiste en une cuve ovale, A; des agitateurs à palettes G y remuent sans cesse le liquide et

Fig. 90.



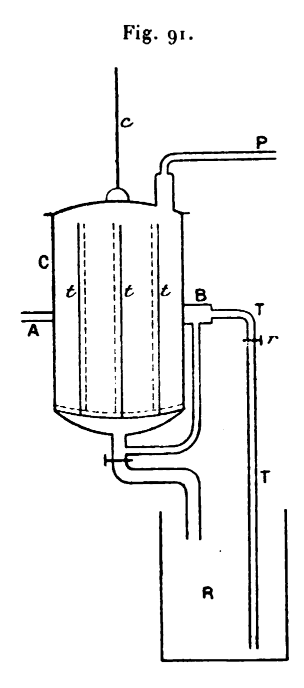
Cuve ovale de M. Jagenburg.

la matière. Une pompe centrifuge P aspire le liquide à la partie inférieure de la cuve et le rejette à la partie supérieure. Un vase K renferme la matière colorante en solution concentrée, et la délivre peu à peu à la pompe centrifuge.

Un autre *appareil de M. Jagenburg,* représenté *fig.* 91, consiste essentiellement en un vase cylindrique C, dans lequel on peut faire le vide et qui tourne sur deux tourillons A et B. Le tourillon B est creux et sert à l'introduction du liquide tinctorial qui suit le chemin TT, et pénètre dans le cylindre par les ouvertures de seize tubes verticaux, *t*, percés de trous, autour desquels se trouve la matière à teindre. On introduit celle-ci en soulevant le couvercle au moyen d'une chaîne *c* et d'un treuil; puis on remet le couvercle, on le ferme hermétiquement, on fait le vide avec une pompe à air P, et, lorsque le vide est fait, il suffit d'ouvrir le robinet *r* pour que le liquide tinctorial contenu dans le réservoir R monte par le tube TT et pénètre dans la cuve à teindre. Lorsque son action s'est exercée suffisamment, on laisse rentrer l'air pour renvoyer le liquide dans le réservoir R. Cet appareil

a permis de teindre en noir d'aniline, noirs au campêche, bruns au cachou, couleurs d'aniline, d'une façon très satisfaisante.

Fig. 91.



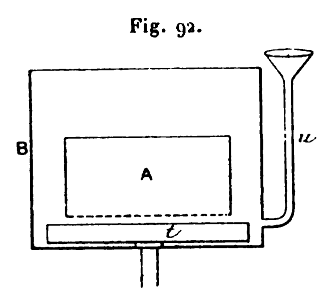
Appareil à teindre le coton brut, système G. Jagenburg.

L'*appareil Theilig et Klauss* comprend une longue auge à claire-voie, où l'on met le coton. Cette auge est placée dans le bain de teinture, et dans le sens de sa longueur se trouve disposé un long traquet carré avec rayons destinés à remuer la matière.

La *machine Schmidt* peut servir à la laine comme au coton, et même à la teinture des fils en écheveaux. Dans une cuve extérieure B qui renferme le bain de teinture, se trouve disposée, à une certaine distance du fond, une seconde cuve A destinée à contenir la matière à teindre. Elle est ouverte à sa partie supérieure; elle présente, à sa partie inférieure, un grand nombre de petites ouvertures qui donnent passage au

liquide tinctorial. Une turbine ou une roue à ailettes *t*, placée dans l'intervalle des deux cuves, fait circuler le liquide qui remonte entre les cuves et se rend dans la cuve A dont les

Fig. 92.



Appareil Schmidt pour la teinture des fibres en poils.

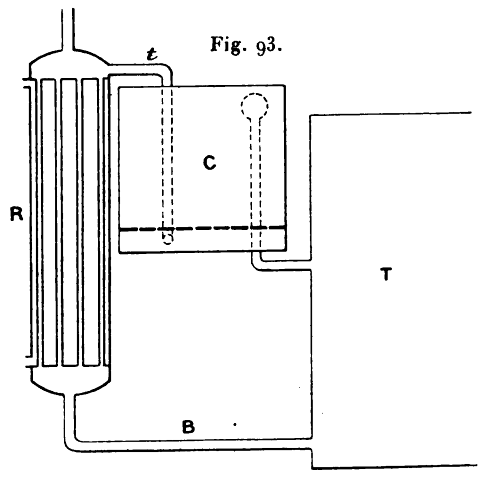
bords sont moins élevés que ceux de la cuve B. Un tuyau *u* amène le liquide tinctorial jusque sur les bras de la turbine.

L'appareil de M. Em. Weber est l'un des appareils les plus anciens, puisque ses premières recherches datent de 1854. Il se compose d'une chaudière munie d'un double fond percé de trous. La laine est empilée sur ce double fond, recouverte d'une plaque perforée et serrée au moyen d'une vis. Le bain de teinture est aspiré par une pompe dans une cuve voisine, et refoulé de bas en haut à travers la laine pour revenir dans la cuve.

L'appareil Smithson (1886) est représenté *fig.* 93. La matière à teindre est placée dans le récipient C, le liquide tinctorial se trouve dans la cuve T, le liquide s'échauffe dans le réchauffeur R, dont il a déjà été parlé à propos des moyens de chauffage. Ce liquide, en s'échauffant, s'élève à travers le réchauffeur, parce que sa densité diminue; il vient se déverser par le tube *t* à la partie inférieure du récipient C, traverse la matière à teindre, sort par un orifice de trop-plein et se rend dans la cuve T, d'où il retourne en bas du réchauffeur.

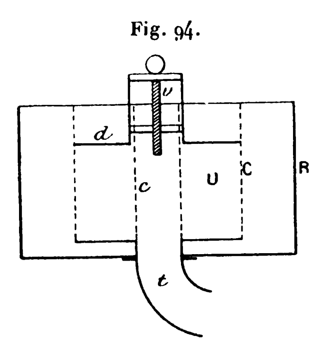
L'appareil Obermaier (1882) convient plutôt à la laine, mais peut servir aussi pour le coton brut ou filé. Cet appareil consiste en un récipient cylindrique C destiné à recevoir la

matière textile, un réservoir R pour le bain de teinture et une pompe P qui fait circuler le bain. Le récipient cylin-



Appareil Smithson pour la teinture des fibres en poils.

drique se compose (*fig.* 94) de deux cylindres concentriques, dont les parois latérales sont percées de trous; le petit, *c*, est

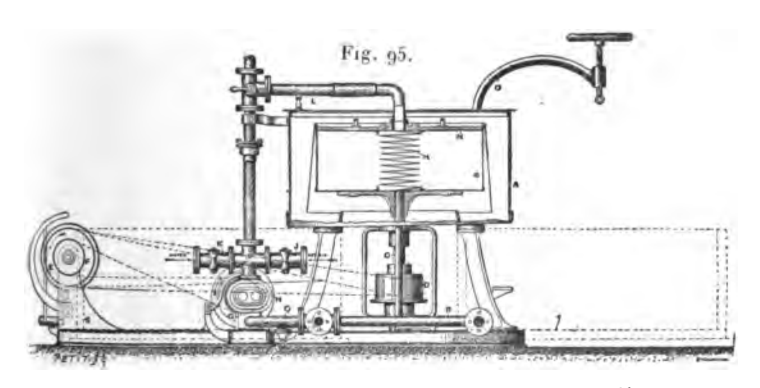


Appareil Obermaier pour la teinture du coton brut et de la laine en toison.

ouvert par le bas; le grand, C, est fermé. On empile la matière à teindre dans l'espace U compris entre les parois des deux cylindres, on la presse au moyen d'un couvercle *d*, assez lourd,

et d'une vis *v*. Le récipient est alors saisi par une grue roulante et placé dans le réservoir R. A l'ouverture inférieure du petit cylindre on adapte le tuyau de refoulement *t* de la pompe, et en mettant celle-ci en mouvement, on produit une circulation continue du bain à travers la matière à teindre. Le récipient C est porté successivement dans les divers bains de mordançage, de teinture, de lavage dont l'ensemble est nécessaire à l'opération, et enfin sur l'ouverture d'un ventilateur à air chaud pour le séchage.

L'*appareil Clegg* repose sur un principe tout différent. Un piston se meut dans un tube; ce tube reçoit le bain colorant,



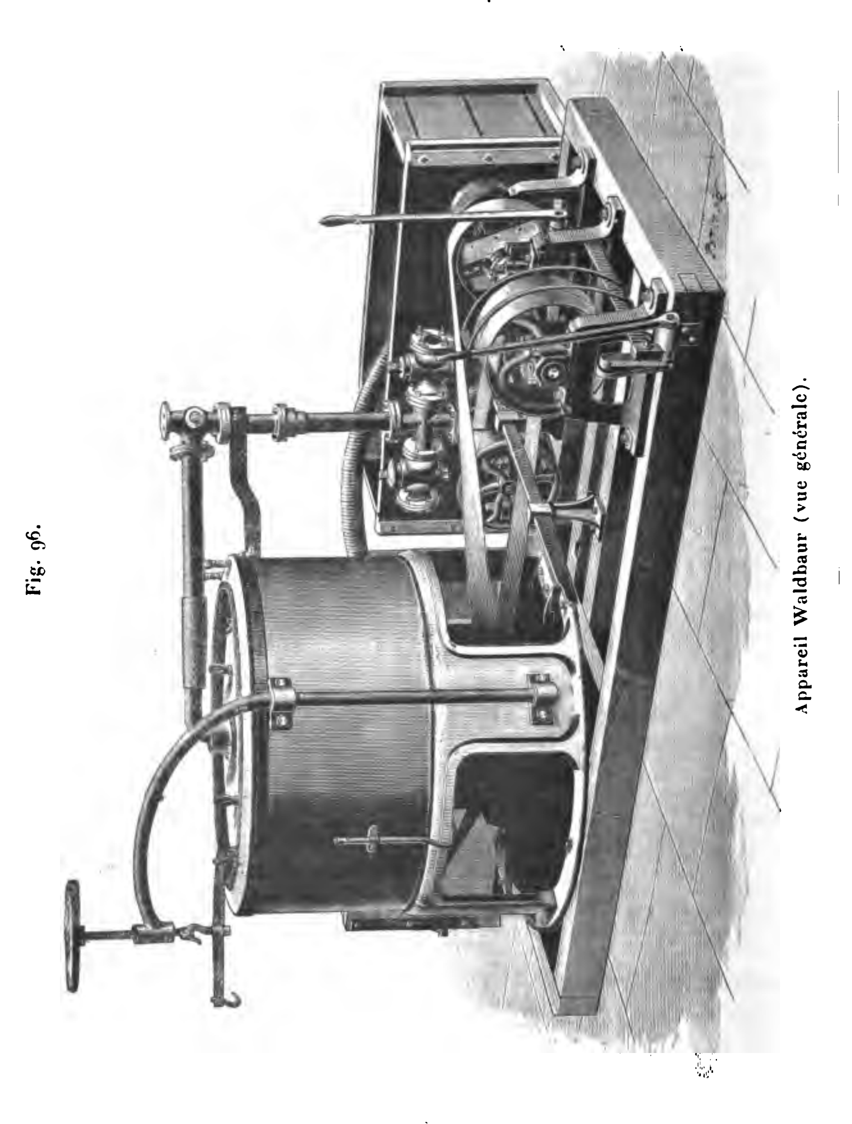
Appareil Waldbaur pour l'application de la force centrifuge (section verticale).

et le piston est constitué en partie par la matière à teindre. Celle-ci se trouve imprégnée à fond par les mouvements du piston, mais la machine exige une grande force.

Avec le plus grand nombre des machines que nous venons de voir, la matière subit un essorage à la suite de la teinture. Cet essorage constitue la première phase du séchage. On a proposé de réaliser la teinture des matières en poils, en les soumettant à des imprégnations de liquides et à des essorages successifs. Ces idées ont conduit tout naturellement à chercher si l'on ne pourrait pas utiliser directement la force centrifuge pour la teinture comme pour le blanchiment.

L'*appareil Waldbaur* est l'une des dispositions proposées. La *fig.* 95 représente une section verticale et la *fig.* 96 une

Fig. 96.



Appareil Waldbaur (vue générale).

vue générale de cet appareil. Un tambour tournant B est ren-

fermé dans une caisse A. Il est muni d'un couvercle mobile N et il est monté sur un arbre vertical C qui reçoit son mouvement d'un arbre de transmission par l'intermédiaire des poulies D et E et de courroies. Ce dernier arbre commande aussi le mouvement d'une pompe H. La pompe reçoit les liquides de réservoirs par les tuyaux Q et R; elle les renvoie dans le tambour B par le tube abducteur L dont l'extrémité s'engage dans l'ouverture centrale du couvercle. Le centre du tambour est occupé par un ressort en spirale M, qui maintient un espace vide; c'est là que se déversent les liquides pour être projetés, par la force centrifuge, à travers la matière à teindre, celle-ci étant placée dans l'espace compris entre la spirale et les parois du tambour. Le système O sert à fixer le couvercle pendant l'opération. Un jeu convenable de réservoirs et de tuyaux permet de procéder dans le même appareil à toutes les opérations successives du blanchiment et de la teinture, sans toucher à la matière textile. Dans ce but, les robinets K et J sont destinés à l'admission de l'eau pour le lavage et de l'air chaud pour le séchage.

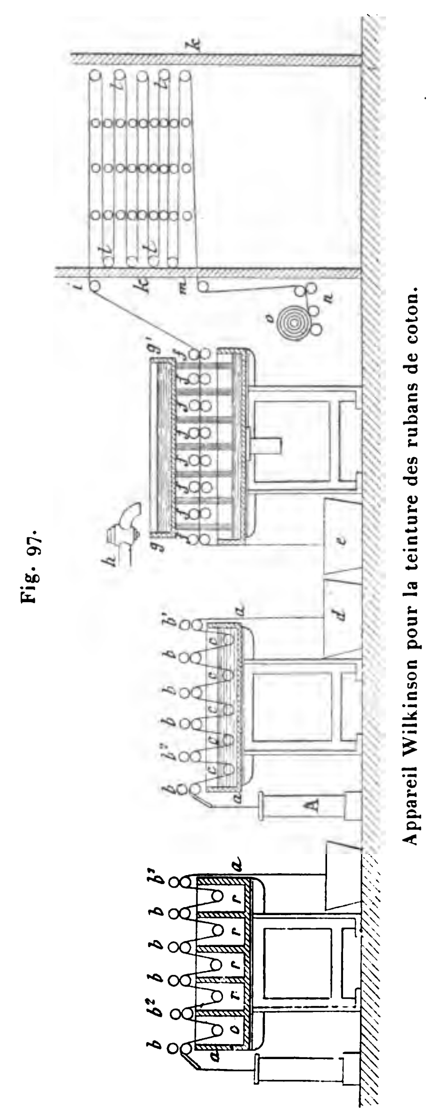
DEUXIÈME SECTION.

TEINTURE DES RUBANS.

La teinture du coton et de la laine en rubans cardés, peignés ou laminés, en traits de peigné, en mèches ou boudins de filature, offre l'avantage sur la teinture des mêmes fibres en poils qu'elle donne moins facilement naissance à la formation de pelotes et supprime le traitement des machines à ouvrir, traitement coûteux et nuisible aux propriétés de la fibre. Elle a également sur la teinture du filé sous forme d'écheveaux l'avantage de supprimer un dévidage et un recannetage. Enfin, elle a l'avantage sur la teinture du filé sous forme de cannettes que les fibres, parallélisées après le passage à la carde, sont dans le meilleur état pour subir de la façon la plus régulière l'action des bains réagissant. Mais le point difficile est de les

imprégner convenablement et régulièrement avec le bain de teinture.

Fig. 97.



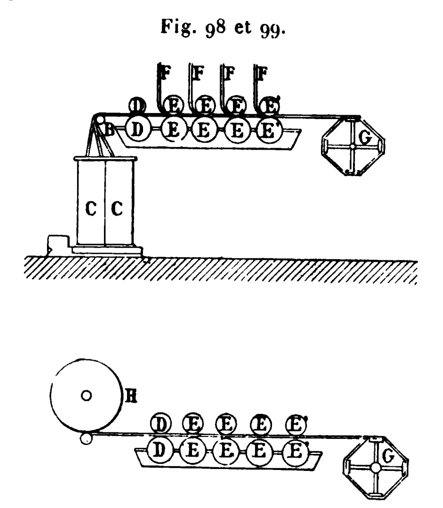
Appareil Wilkinson pour la teinture des rubans de coton.

Je me bornerai, dans cette Section II, à traiter de la teinture

des rubans en général; la teinture des rubans disposés *en bobines* fait l'objet de la Section III.

La teinture des rubans de carde et de peigné a été pratiquée tout d'abord à la main ou au bâton, d'après un procédé copié sur la teinture du fil en écheveaux. Ce mode de teindre présente de graves difficultés, particulièrement dans le cas de la laine peignée : les rubans s'emmêlent, la laine se feutre, le fil résultant est de moins bonne qualité et la quantité de déchets est grande.

Fig. 98 et 99.



Dispositifs pour la teinture des rubans.

Des procédés mécaniques ont été proposés en vue d'obvier à ces difficultés. Dans les uns, destinés plus spécialement à la teinture du coton cardé, ou bien le ruban passe à la continue dans le bain de teinture : appareils Wilkinson-Anthoni; ou bien il est disposé dans des récipients appropriés, placés à leur tour dans des chambres à vide : appareils L'Huillier-Mœbs et Anthoni; ou bien il est soumis à la teinture dans des roues à compartiments multiples : appareils Jacquard-Leblois, Piceni et C[ie]. Les rubans de laine peignée sont avantageusement teints sur dévidoir : appareil Rümmelin. Enfin, les rubans de coton et de laine cardés peuvent être

mis sur cylindres, perforés de trous et recevant le bain sous pression.

Appareil Wilkinson. — Le ruban de carde est conduit dans les différents bains de teinture, de lavage et dans le séchoir, d'une façon continue, comme le montre la *fig.* 97, en passant chaque fois entre des rouleaux compresseurs *b*.

M. *Anthoni* a conseillé également la teinture du ruban de carde à l'aide du bac à passer et de rouleaux compresseurs. Les *fig.* 98 et 99 montrent cette disposition, à laquelle je ne m'arrêterai pas.

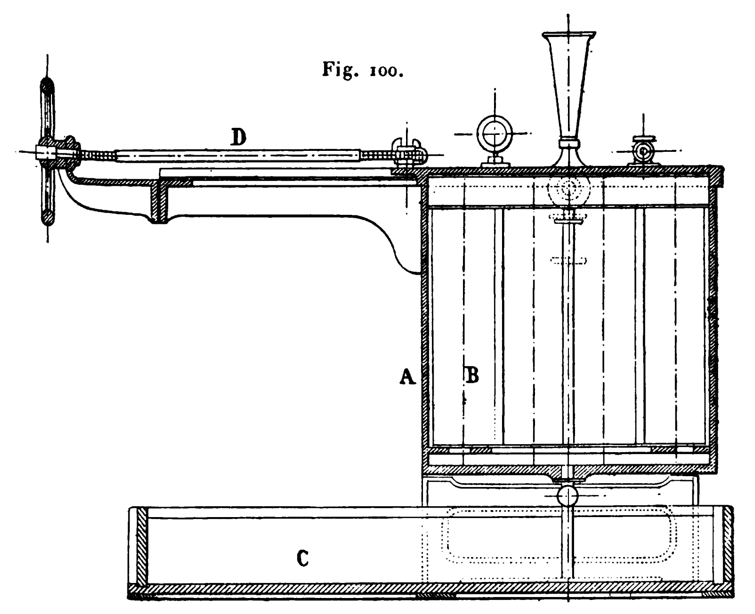
M. Anthoni a proposé aussi d'employer une cuve de teinture chauffée et divisée dans le sens de la largeur par une cloison mobile qui ne va pas jusqu'au fond. Deux tambours d'appel, avec guides, amènent le ruban; celui-ci traverse la cuve d'une façon continue, en passant au-dessous de la cloison; il trouve à sa sortie deux rouleaux compresseurs et un rouleau à cascade pour le lavage.

M. *Mattei* a proposé récemment un appareil qui repose sur un principe tout nouveau. Le ruban circule dans la buse d'un injecteur, et le liquide tinctorial y pénètre en même temps sous pression.

Appareil L'Huillier. — La *fig.* 100 en donne une section verticale et la *fig.* 101 une section horizontale. Il se compose d'une caisse en cuivre A fermée par un couvercle glissant D. La caisse est munie d'un manomètre à vide, d'une ouverture pour la rentrée de l'air et d'un tuyau de communication avec un aspirateur Kœrting. Dans cette caisse sont placés un certain nombre de récipients B, renfermant les rubans venus des pots de filature. Un réservoir C contient le liquide tinctorial. On fait le vide, puis on fait arriver le bain de teinture. La pénétration des fibres par le bain s'effectue très bien dans cet appareil; les noirs d'aniline, les noirs au campêche, les nuances s'y font avec succès.

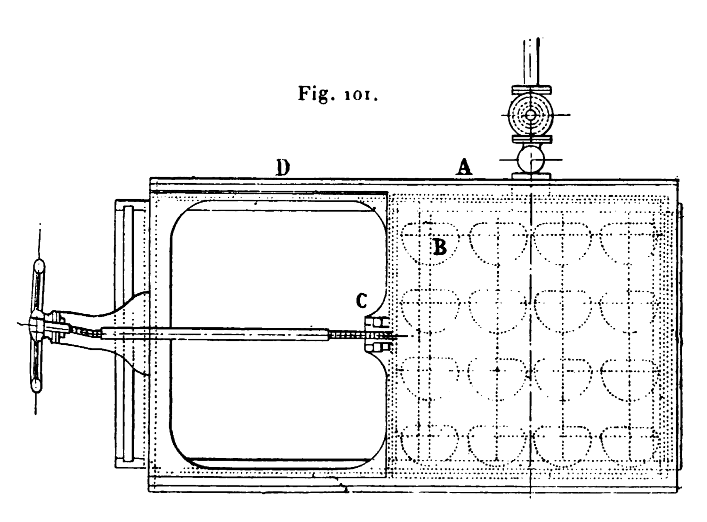
Dans l'*appareil Mœbs et Anthoni* (*fig.* 102), les récipients qui renferment le ruban de carde ne sont autres que les coïlers ou pots de filature eux-mêmes C. Ces pots sont recouverts et perforés de trous sur toute leur surface; on les range

Fig. 100.



Appareil L'Huillier à teindre les rubans de carde (section verticale).

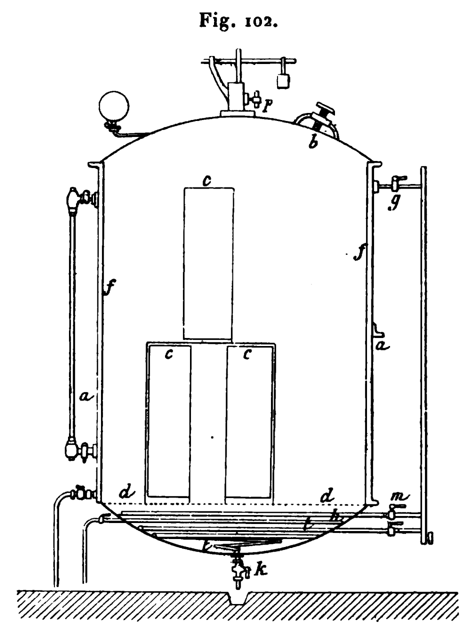
Fig. 101.



Appareil L'Huillier (section horizontale).

à côté et au-dessus les uns des autres; puis on ferme l'appareil et l'on fait agir le liquide tinctorial, soit sous pression, soit après avoir fait le vide. L'idée d'employer comme récipients les pots mêmes de filature est très heureuse. Cette disposition simplifie le travail; de plus, la pratique a montré que la teinture s'effectue plus régulièrement dans les coïlers

Fig. 102.



Appareil Mœbs et Anthoni à coïlers de filature.

que dans tout autre récipient proposé jusqu'à ce jour; ceci résulte probablement de la forme régulière que le ruban adopte en se plaçant dans le coïler. Cette disposition a été déclarée non susceptible d'être brevetée ([1]).

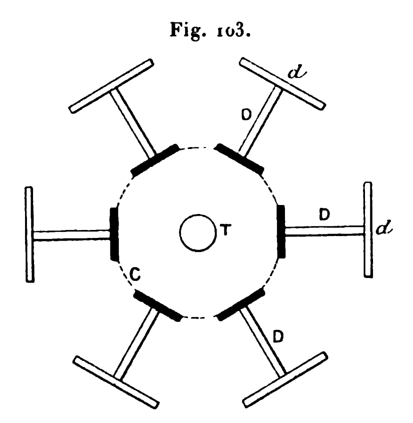
Appareil de M. Jacquard (*fig.* 103). — Un cylindre C perforé porte sur son pourtour des diaphragmes D avec prolon-

---

([1]) Voir *Industrie textile*, année 1892, p. 415.

gements *d*; ces diaphragmes forment, avec les parties correspondantes du fond du tambour, autant de récipients. Les rubans à teindre sont placés dans l'intérieur du cylindre C. On plonge le système dans la cuve de teinture, de manière que l'axe T se trouve au niveau du liquide. On fait tourner. Les récipients extérieurs constituent autant d'augets qui emportent avec eux une certaine quantité du liquide; celui-ci pénètre dans le tambour, traverse la matière à teindre et s'écoule par les orifices du tambour restées libres au-dessus du niveau du liquide dans la cuve. Pour mieux faire pénétrer

Fig. 103.



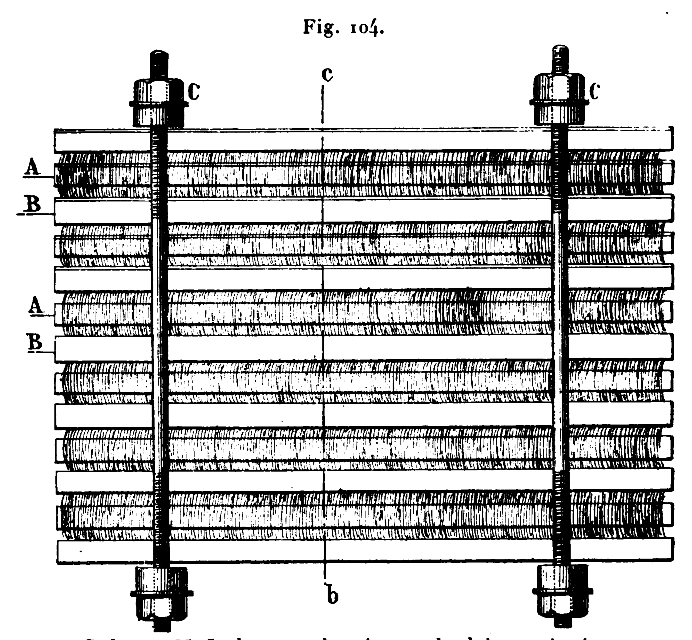
Appareil Jacquard à teindre les rubans.

le liquide au centre même du tambour, la capacité de celui-ci est fractionnée en plusieurs sections au moyen de disques creux percés de trous sur leurs deux faces.

Le *procédé de MM. Leblois, Piceni et Cie* repose sur l'emploi de deux appareils, l'un servant à imbiber, l'autre servant à teindre. Le premier est une cuve métallique à fermeture hermétique; on y introduit la matière à teindre après l'avoir placée dans de longues caissettes en zinc perforées. Ces caissettes sont superposées dans la cuve. On fait le vide par le haut dans cette cuve, de manière à faire monter par un tuyau, placé à la base, le liquide tinctorial; on renouvelle le vide plusieurs fois, en laissant après, chaque fois, rentrer de l'air par le bas, de manière à déterminer un mouvement dans

toute la masse. Lorsque la matière est bien mouillée, ce qui demande une dizaine de minutes, on retire les caissettes de cette cuve à vide pour les porter dans le second appareil, cuve à roue, où doit s'effectuer ou se compléter la teinture. Ce second appareil consiste en une cuve semi-circulaire, surmontée d'une grande roue avec des compartiments pour recevoir les caissettes. Cette roue une fois chargée, on la met en mouvement dans le bain de teinture, où elle ne plonge qu'à

Fig. 104.



Cadre de M. Lodge pour la teinture des laines peignées.

moitié. On trouvera dans l'*Industrie textile*, 1892, page 73, une description assez complète de ce procédé.

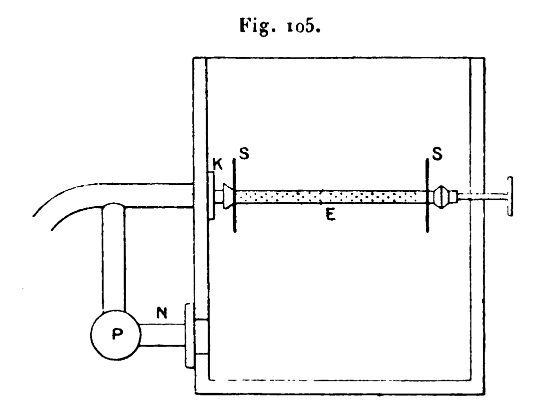
Dans le *procédé Rümmelin* (1883), le ruban est enroulé dans toute sa longueur sur un dévidoir particulier au procédé, appelé par son inventeur *dévidoir à étages*, parce qu'on peut l'augmenter et le développer par étages successifs, de façon à enrouler des longueurs quelconques de rubans. Le dévidoir, une fois garni de rubans, est placé dans

la cuve de teinture; on lui imprime à la main ou mécaniquement un léger mouvement de rotation périodique ou continu, de 1 tour à 2 tours par minute, en vue d'obtenir une teinture uniforme. Le ruban n'est déroulé que lorsqu'il a passé par toutes les opérations constituant la teinture; par conséquent, la fibre est très bien ménagée. On peut disposer dans la cuve plusieurs de ces dévidoirs à la fois; c'est une question de dimensions relatives. Des renseignements complets sur ce procédé intéressant, appliqué en grand par une importante maison d'Alsace, se trouvent dans le Tome LVII du *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.*

Dans la *machine à teindre les laines peignées de M. Lodge* (*fig.* 104), les rubans sont enroulés autour de barres A, disposées dans un cadre les unes au-dessus des autres. La figure donne une vue en bout de ces barres. Les barres ainsi garnies sont placées entre des barreaux libres B. Tout le système est relié au moyen de boulons C et constitue une série de grilles. Une fois le système couvert de rubans, on l'immerge dans le bain de teinture pendant le temps suffisant.

L'*appareil Cooper, Clayton et Holroyd* (*fig.* 105) consiste

Fig. 105.



Appareil Cooper, Clayton et Cie pour la teinture des rubans.

en une cuve de teinture dans laquelle se trouvent disposés des tubes perforés E. On enroule la matière à teindre sur ces tubes, et on l'y maintient au moyen de deux rebords S.

L'une des extrémités de ces tubes s'adapte sur un manchon conique K, qui la met en communication avec le tuyau d'alimentation d'une pompe centrifuge P ou de tout autre système approprié à la circulation du liquide. On introduit dans la cuve une quantité suffisante de liquide colorant pour opérer la teinture, sans que cependant les rubans ne se trouvent en aucun moment immergés dans le liquide. Celui-ci se rend par le conduit N à la pompe centrifuge P, qui le refoule dans l'intérieur du tube perforé et le force à travers la matière à teindre. Le liquide retombe dans le bain où il est repris, et ainsi de suite. La matière subit toutes les opérations de la teinture, même le séchage, sans être enlevée des tubes perforés.

Cet appareil constitue une liaison naturelle entre les divers procédés que nous venons d'étudier, et les machines proposées pour la teinture en bobines, qui font l'objet de la Section suivante.

TROISIÈME SECTION.

TEINTURE DES BOBINES.

La teinture de la laine en bobines de peigné a pour résultats non seulement une économie de main-d'œuvre, mais encore une amélioration du travail en filature, pas de feutrage, de meilleurs numéros de filés et l'obtention de nouveaux effets en tissage par mélange de peignés différemment teints.

Généralités sur les machines proposées pour la teinture des bobines. — Dans presque toutes les machines, au lieu que ce soit la matière que le teinturier agite dans le bain tinctorial, la matière est immobilisée, et c'est le bain qui circule autour. Cette circulation continue semble fort logique, car les fibres brutes conservent bien mieux leurs propriétés naturelles dans le second cas que si on les remue au milieu du liquide tinctorial.

Cette circulation du liquide a été assurée par des moyens

très variés. Les constructeurs ont fait appel à l'action des pompes ordinaires ou des pompes centrifuges, au principe de la presse hydraulique, à la pression d'une colonne d'eau surélevée, à celle exercée par un cylindre plongeur, par la vapeur, ou tout simplement à la pression atmosphérique, parfois au vide, ou à la force centrifuge. Le vide, *a priori*, est l'un des moyens les plus recommandables, puisque, en même temps qu'il a pour résultat l'adduction du liquide tinctorial, il enlève de la matière textile les bulles d'air qu'elle renferme et qui mettent un obstacle très sérieux à la teinture. La force centrifuge, au contraire, prête à suspicion légitime, car elle cause au sein du liquide la formation de régions d'inégale densité; elle détruit son homogénéité, d'où résulte fatalement une teinture inégale.

Plusieurs machines sont constituées par des appareils rotatifs à compartiments multiples, qui viennent plonger alternativement dans le liquide tinctorial, parfois d'un mouvement très lent; ou bien encore, les pots qui renferment la matière jouent le rôle de seaux à puiser le liquide.

Au total, on opère soit par pression, soit par aspiration, en laissant le bain agir quelque temps, et souvent on fait la circulation successivement dans les deux sens à travers la matière à teindre, ce qui est très efficace.

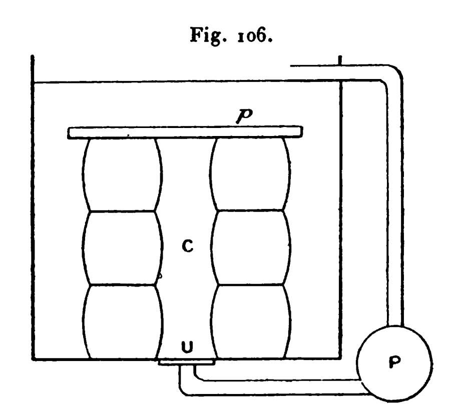
La matière à teindre, disposée sous forme de bobines, a été d'abord simplement placée sur le faux fond d'une cuve. Plusieurs inventeurs ont adopté un faux fond percé d'ouvertures au-dessus desquelles se fixe un tube conique ou cylindrique à parois latérales pleines ou perforées, qui renferment la matière dans l'intérieur, ou enroulée autour de leur surface. Elle peut être mise dans des paniers, dans des pots ou vases à parois pleines ou perforées partiellement ou sur la totalité de la surface; elle se trouve parfois entre deux plaques ou deux parois cylindriques perforées; elle peut être simplement placée dans les compartiments multiples d'un même appareil. Lorsqu'elle se trouve dans un pot, elle est généralement maintenue par un disque perforé, à course réglable, de façon à suivre le tassement qui se produit au premier mouillage.

Description sommaire des principales machines. — Je

décrirai, en quelques mots [1], parmi les nombreux systèmes à circulation continue du liquide tinctorial, les machines Salt et Stead, Bertrand, Denutte, Boucheron, Obermaier, Hauschel, Schulze, Lee et Rhodes, et parmi les appareils rotatifs, les machines Harmel et Vandermeirrsche.

La *machine Salt et Stead* (1885) est peut-être la plus simple. Les bobines sont disposées (*fig.* 106) en cercles étagés dans

Fig. 106.



Machine à teindre les bobines Salt et Stead.

la cuve de teinture, de façon à laisser entre elles, au centre, un canal libre *c* qui correspond au tuyau de sortie U. Une lourde planche placée sur le cercle supérieur *p* presse les bobines. Une pompe P aspire le liquide du canal et le renvoie en haut de la cuve.

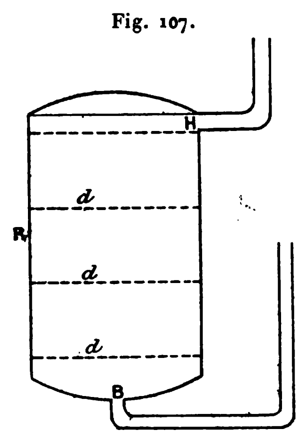
Machines Bertrand à teindre les bobines. — Dans un premier appareil (1884), les bobines (*fig.* 107) étaient disposées en trois couches superposées et séparées par des doubles fonds mobiles *d* dans un récipient R cylindrique fermé. Ce récipient devait être mis en communication par le bas B avec des réservoirs I remplis du liquide tinctorial et placés

[1] Pour plus amples détails, je renvoie surtout à la *Description des Brevets d'invention*. *Voir* aussi *L'Industrie textile*, *Dyer*, etc.

à un niveau relevé, et par le haut avec une prise de vapeur. On laissait d'abord pénétrer le liquide sous l'action de la pression qui résultait de la différence de hauteur des réservoirs et du récipient. Lorsque le liquide avait suffisamment agi, on le refoulait au moyen de la vapeur dans les réservoirs I.

Un second appareil (1885) utilisait, pour effectuer la circulation du liquide, la pression d'un cylindre plongeur placé à côté de la cuve de teinture. Les bobines étaient simplement

Fig. 107.



Machine Bertrand à teindre les bobines.

disposées sur le double fond de cette cuve, et comprimées par une traverse perforée au moyen de vis de pression.

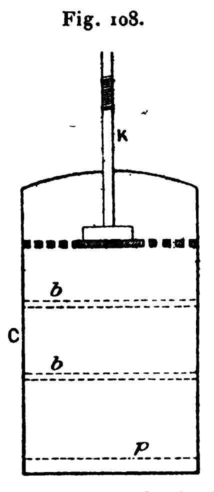
Dans un troisième appareil, le mode de circulation restant le même, la disposition de la cuve fut modifiée. On y plaçait une bâche peu profonde, mobile, percée d'ouvertures débouchant dans des tubulures coniques perforées latéralement, sur lesquelles les bobines étaient embrochées et maintenues.

Dans un quatrième appareil, le dispositif élévatoire se compose d'un tuyau perforé qui reçoit un mouvement de rotation au milieu du liquide et le refoule à travers les perforations dans un tuyau d'évacuation, d'où il arrive dans la cuve de teinture. Celle-ci renferme un appareil mobile de

teinture consistant en un cadre rectangulaire, ouvert supérieurement, et divisé inférieurement en plusieurs compartiments demi-cylindriques, perforés, destinés chacun à recevoir une rangée de bobines serrées les unes contre les autres. Elles sont maintenues par des plateaux perforés, retenus fixes au moyen de vis de pression. Le liquide est déversé dans cet appareil, traverse les bobines, puis retourne à l'appareil élévatoire.

Machine Denutte (1885). — Un cylindre C reçoit les bobines (*fig.* 108). Elles y forment, sur un faux fond perforé *p*, trois

Fig. 108.



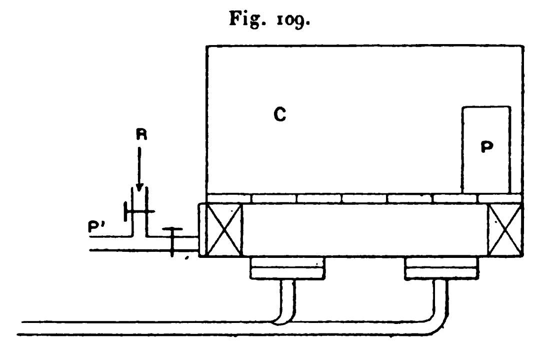
Machine Denutte à teindre les bobines.

couches superposées mais séparées par des boîtes mobiles et perforées *b*. La laine y est comprimée au moyen d'un dispositif de presse *k*. Une pompe assure la circulation du liquide dans un sens et dans l'autre par une manœuvre de robinets. L'alimentation des boîtes de séparation se fait sur des génératrices opposées du cylindre.

Dans un autre dispositif, les bobines forment une seule couche dans une cuve ordinaire; mais elles s'y trouvent comprimées entre le faux fond et des plaques perforées au moyen d'une série de vis de pression latérales et supérieures.

Dans la *machine Boucheron* (1885), la laine est placée (*fig.* 109) dans des pots P, cylindriques, à parois latérales

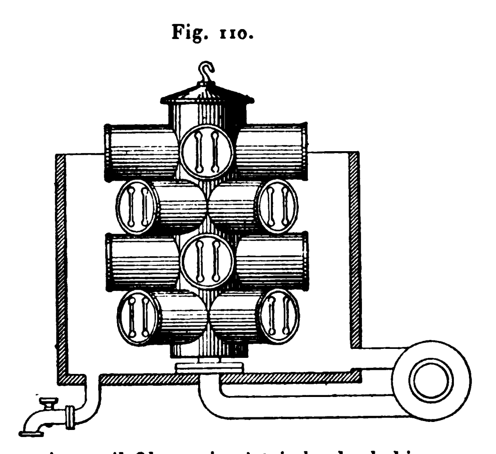
Fig. 109.



Machine Boucheron à teindre les bobines.

pleines, à bases perforées. Une série de ces pots est disposée dans une cuve de teinture C, et chacun reçoit plusieurs bobines. On fait passer dans cette cuve le bain de teinture provenant de réservoirs R, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, au moyen d'une pompe rotative P'.

Fig. 110.



Appareil Obermaier à teindre les bobines.

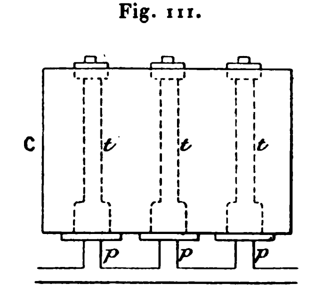
La *machine Obermaier* (1884) est l'une des plus connues (*fig.* 110). Chaque bobine est placée dans un pot cylindrique

à parois latérales pleines, à bases perforées. Toute une série de ces pots est disposée latéralement en revolver sur les parois d'un gros tuyau central qui amène le liquide tinctorial.

Le chargement est simple et aisé. L'appareil est plongé tout entier dans la cuve de teinture, et l'extrémité du tube central est mise en relation avec une pompe qui produit la circulation du liquide. Quand la teinture est terminée, l'appareil revolver tout entier est levé au moyen d'une grue; les bobines sont enlevées, essorées, puis remises dans les pots où on les sèche au moyen d'un courant d'air chaud.

L'*appareil à teindre en bobines de M. Hauschel*, de Reims (1884), est à double effet. Des tubes perforés sur lesquels le peigné est embobiné sont fixés sur le fond de la cuve de teinture C (*fig.* 111). Ce fond est traversé par les

Fig. 111.



Appareil Hauschel à teindre les bobines.

embranchements *p* du tuyau adducteur du bain T; sur ces embranchements sont vissés des tubes *t* perforés sur lesquels sont enroulés les peignés. Des pistons intérieurs obturent la course du liquide dans ces tubes jusqu'à la hauteur de l'enroulement du peigné. La circulation du liquide est effectuée au moyen d'une pompe et est rendue continue à travers la matière textile.

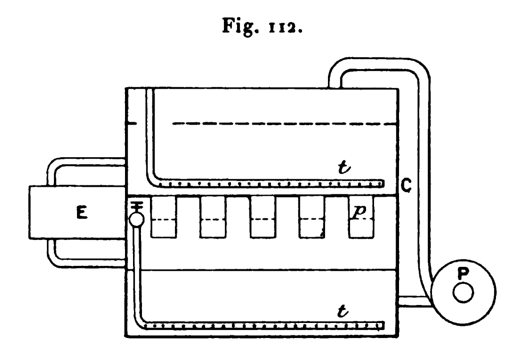
Le dispositif de teinture comporte deux systèmes absolument identiques, et fonctionnant alternativement.

La *machine Schulze* comprend un large tuyau horizontal

et une rangée de pots à bobines disposés en dessous. Le liquide arrive par le tuyau, traverse les bobines et tombe dans une cuve d'où il est repris par une pompe.

La *machine Lee et Rhodes* est à circulation continue. La *fig.* 112 montre que la cuve de teinture est partagée dans sa hauteur en deux parties qui peuvent être toutes deux chauffées par un tuyau à vapeur *t*. La cloison *c* qui sépare ces deux parties supporte les pots à bobines *p*, et le liquide passe de la partie supérieure à la partie inférieure en traversant les bobines. A la cuve est adjoint en E un extracteur de

Fig. 112.



Machine Lee et Rhodes à teindre les bobines.

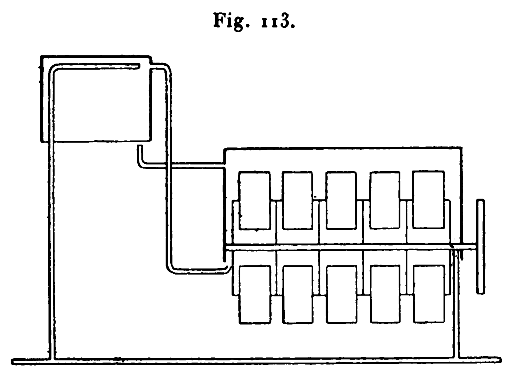
matière colorante; la circulation est réalisée au moyen de la pompe P.

La *machine Harmel*, du Val-des-Bois (1886), est à mouvement de rotation (*fig.* 113); les pots à bobines y jouent le rôle de seaux à puiser le liquide. Sur un arbre tournant sont calés des croisillons, à l'extrémité desquels pivotent librement des pots cylindriques, à surfaces latérales pleines, à base perforée, et à ouverture supérieure libre. Ces cylindres conservent toujours une position verticale. Chacun de ces pots est destiné à recevoir une bobine; on l'y maintient au moyen d'un plateau perforé à crémaillère. En faisant tourner lentement tout le système dans un bain de teinture, le liquide passe dans chaque pot par la base perforée, traverse la bobine et remplit tout le cylindre. En continuant le mouvement de

rotation, le cylindre se trouvant relevé au-dessus du bain, le liquide retraverse, sous l'action de la pression atmosphérique, la bobine en sens inverse. La machine fait un tour en quelques minutes. Simple, régulière dans sa marche, elle est intéressante.

L'*appareil Vandermeirsche* (1887) est une machine à mouvement rotatif intermittent. Un tambour horizontal creux est muni de deux axes pouvant tourner dans des presses-étoupes ménagés dans les parois latérales de la cuve; l'un de ces

Fig. 113.



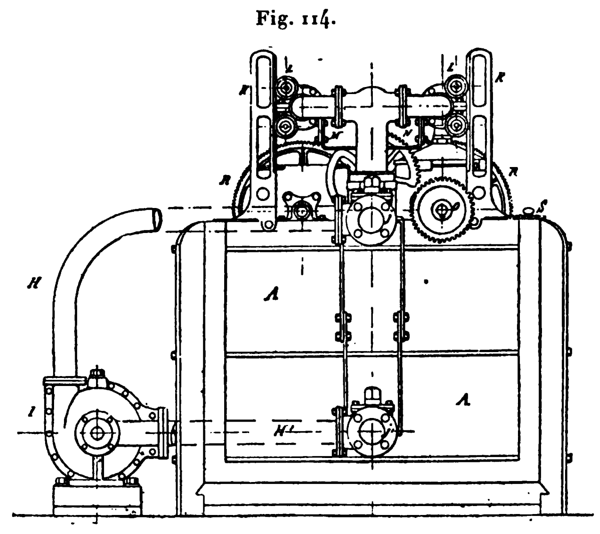
Machine Harmel à teindre les bobines.

axes est plein et porte une roue *c* dentée qui sert à la transmission du mouvement; l'autre axe est creux, et sert à l'introduction du bain de teinture dans le tambour. Celui-ci porte sur sa surface une ou plusieurs séries de tubulures filetées ouvertes, sur chacune desquelles se visse un pot mobile à fond perforé, à parois pleines, à couvercle mobile perforé faisant pression sur la bobine. Ces pots participent au mouvement de rotation du tambour, et plongent successivement dans le bain de teinture. Une pompe extérieure à la cuve aspire le liquide du bain pour le refouler dans le tambour. De plus, les pots peuvent être retournés et vissés en sens inverse sur les tubulures.

La *fig.* 114 donne une élévation latérale de cette machine vue du côté des poulies motrices *jj*. A est la cuve de teinture;

LL sont deux tambours supportant une seule rangée de pots à bobines invisibles. L'intermittence de la rotation des pots

Fig. 114.



Machine Vandermeirsche à teindre les bobines.

est obtenue par un dispositif des roues dentées Q, O, R. I est la pompe, H le tuyau de refoulement, H' le tuyau de prise.

QUATRIÈME SECTION.

TEINTURE EN CANNETTES.

La teinture du coton en cannettes de filature tient une place intermédiaire entre la teinture du coton brut en mèches et la teinture du coton filé en écheveaux. Son importance repose sur ce fait que, les cannettes une fois placées dans l'appareil, on peut les tremper, les débouillir, les laver, les mordancer, les teindre, les rincer, les laver, les sécher, etc., etc., les soumettre en un mot à toutes les opérations voulues, sans les reprendre avant d'avoir à les placer dans la navette

du métier à tisser; au lieu qu'ordinairement on est obligé de dévider les cannettes de filature, de former avec le fil des écheveaux, de faire subir à ceux-ci toutes les opérations plus haut citées, le plus souvent dans des appareils spéciaux pour chacune d'elles, puis de reformer les cannettes afin de mettre le fil dans les navettes. On voit quelle économie de main-d'œuvre, de déchets, de temps, d'argent, la teinture en cannettes représente pour l'industriel; elle offre, en outre, sur la teinture à l'état brut les avantages de demander moins de couleur, de restreindre les déchets de filature et de sauvegarder davantage le moelleux de la fibre.

La teinture en cannettes a inspiré à M. C.-O. Weber, de Manchester, une étude fort sérieuse (¹); je résume ici la première partie de cet intéressant travail.

« Depuis de nombreuses années, des essais ont été poursuivis en vue d'effectuer la teinture des fibres textiles, et spécialement celle du coton, à la phase la plus avantageuse de leur transformation en filé. A ces essais se rattachent les efforts tentés avec plus ou moins de succès pour teindre le coton et la laine à l'état brut ou en poils, pour teindre les rubans, les mèches, la laine cardée ou peignée, et enfin le coton et la laine sous forme de cannettes. A première vue, il pourrait sembler que la solution la plus simple et la plus rationnelle consisterait à teindre les fibres dès la première phase de leur traitement, c'est-à-dire sous forme de coton ou de laine en poils; mais il n'en est pas ainsi pour différentes raisons. D'abord, toutes les couleurs qui exigent un long bouillon sont causes que les fibres en poils, durant l'opération de la teinture, se nouent à tel point qu'il résulte un déchet considérable en filature, déchet supérieur à ceux qui se produisent lorsqu'on file la fibre écrue, qu'on la met sous forme d'écheveaux, qu'on la teint et qu'on en reforme une cannette pour la mettre dans la navette. De plus, les fibres teintes en poils sont généralement plus dures que les fibres naturelles, et elles causent infiniment plus d'ennui en filature. A ces inconvénients, il faut ajouter que la filature des fibres teintes, particulièrement en nuances foncées, gris, brun, bleu et noir, fatigue beaucoup les yeux des ouvriers et diminue en proportion le rendement des produits de la fabrication; il y a même des cas où les ouvriers refusent de travailler dans ces conditions. Même en supposant que tous ces incon-

(¹) Elle a paru dans *The journal of the Society of chemical Industry*, 1892, p. 975-989.

vénients pourraient être évités, il reste encore le fait que, parmi les nombreuses nuances que le fabricant de tissus demande, il n'y en a que quelques-unes qui sont employées en quantité suffisante pour permettre au filateur d'occuper son établissement; mais il ne pourrait songer à exécuter les ordres reçus pour une infinité d'autres nuances, qui ne sont commandées que par lots minimes, car il perdrait trop de temps à faire nettoyer la machine à teindre pour chaque nouvelle couleur. Des difficultés de même nature surgissent, lorsqu'on essaye de teindre la fibre à l'un de ses états préparatoires, avant qu'elle soit arrivée à être sous forme de cannettes. Nous sommes donc amené à conclure qu'en général la teinture des fibres textiles ne peut pas être effectuée avec avantages, avant que les opérations de la filature soient terminées. Ceci montre clairement l'importance et la supériorité de la teinture en cannettes, d'une part sur celle de la fibre brute ou partiellement travaillée, d'autre part sur la teinture en écheveaux. Le fait que de grandes quantités de coton sont teintes à l'état brut ou à l'état partiellement travaillé n'affecte en rien ces conclusions, car cette teinture s'effectue surtout dans le dessein de fabriquer des fils mélangés ou d'obtenir des effets de couleurs par mélanges; dans ce cas, la teinture du coton brut est le seul moyen pour arriver au résultat désiré, et tous les autres inconvénients disparaissent devant cette nécessité....

Si la grande importance de la teinture en cannettes est aujourd'hui admise généralement, ses difficultés sont également reconnues, surtout si l'on veut employer toutes les matières colorantes et suivre toutes les méthodes de teinture qui sont utilisées pour la teinture en écheveaux.

De nombreuses machines ont été mises en essai, et les résultats qu'elles ont donnés ont éveillé un grand intérêt. Le temps n'est pas encore arrivé de couronner l'une d'elles; mais il n'y a plus de doute qu'aujourd'hui les principes qui doivent présider à l'établissement d'une machine à teindre en cannettes ne soient solidement établis....

Au point de vue mécanique, le succès de la teinture en cannettes dépend de trois points fondamentaux :

1° Égalité parfaite de la couleur teinte de chaque cannette;
2° Égalité parfaite de la nuance entre les cannettes d'un même lot;
3° Durée de chaque opération et rendement économique.

La machine qui répondra à ces desiderata par le dispositif le plus simple sera la meilleure. Le premier et le deuxième de ces points ne dépendent que de la façon dont la machine est établie, tandis que le troisième point dépend également de la façon dont les opérations sont conduites.

Lorsque nous immergeons une cannette dans de l'eau froide, celle-ci

pénètre lentement dans la cannette; mais l'imprégnation de la cannette par l'eau froide demande plusieurs heures pour être complète, et même plusieurs jours quand il s'agit de très fins numéros. La rapidité avec laquelle l'eau pénètre dans la cannette peut facilement s'observer en ajoutant à l'eau une couleur convenable; si l'on coupe ensuite la cannette parallèlement ou perpendiculairement à son axe, la section montre comment l'eau a pénétré. En premier lieu, cette difficulté d'imbibition complète a pour cause la construction particulière de la cannette qui permet fort difficilement à l'air de s'échapper; un autre obstacle très grand est occasionné par les impuretés végétales, huiles et résines, que le fil écru conserve. Si nous plongeons la cannette dans de l'eau chaude, nous observerons d'abord que l'air s'échappe avec beaucoup plus de facilité, parce qu'il se dilate sous l'action de la chaleur de l'eau; en même temps, une grande quantité des impuretés se dissout ou s'émulsionne, et par conséquent l'eau pénètre bien plus facilement. Mais, même dans ces conditions favorables, c'est-à-dire en employant une solution chaude d'une matière colorante convenable, la cannette ne se teindra pas d'une façon satisfaisante, car elle sera beaucoup plus foncée à l'extérieur qu'à l'intérieur, surtout à cause de ce fait que, si la chaleur du liquide a chassé l'air contenu entre les fils de la cannette, il reste toujours de l'air qui remplit le canal central de chaque fibre isolée, et son expulsion complète exige un bouillon longtemps continué, ou un traitement par le vide à température élevée. Ces considérations nous amènent à formuler le premier des principes qui président à l'établissement d'une machine à teindre les cannettes.

I. Le dégagement complet de l'air contenu aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de la fibre du coton est une condition essentielle pour que le bain de teinture pénètre complètement et sature la cannette; le meilleur moyen de l'obtenir consiste à traiter les cannettes par le bain de teinture dans le vide [1].

Dans beaucoup de cas, l'inobservance de cet important principe a amené les inventeurs à substituer la pression au vide. Toutes les machines de cette espèce partent d'un point de vue faux, et si leur insuccès n'est pas complet, leur utilisation ne peut jamais être que fort limitée, et généralement elles se font remarquer par la grande quantité de déchets qu'elles occasionnent. Il est évident qu'avec le principe I, nous n'obtenons, dans la pratique, que l'imprégnation complète de la cannette

[1] Le fait que la soie, la laine, le coton, le lin, renferment des quantités croissantes d'air dans leurs fibrilles élémentaires n'est peut-être pas sans influer sur les différences que ces fibres montrent dans leur façon d'absorber les matières colorantes.

par le liquide tinctorial; dans ces conditions, le coton n'absorbera que la quantité de matières colorantes qui se trouve contenue dans la partie du liquide tinctorial qui l'imprègne; après quoi, les cannettes ne contiendront que plus ou moins d'eau. Si nous prenons en considération la richesse habituelle des bains de teinture qui renferment rarement plus de 1 $\frac{1}{2}$ pour 100 de matière colorante, il est évident que la simple imprégnation d'une cannette par ce liquide ne peut pas la teindre en nuance foncée; de plus, l'extérieur de la cannette sera plus foncé que l'intérieur, puisqu'il aura été plus longtemps en contact avec le bain de teinture. La nécessité de surmonter ces difficultés nous amène à formuler un deuxième principe :

II. Dans le but d'obtenir l'égalité parfaite de teinture dans la masse entière de la cannette, il est nécessaire que le bain de teinture circule librement dans les cannettes, dans des conditions telles que sa richesse soit toujours la même en chaque point de la cannette.

Ce point est de très grande importance, car une circulation lente sous une faible pression permettrait au bain de teinture de ne pas être le même dans les différentes parties d'une même cannette. Et si la cannette contenait des parties plus lâches ou plus resserrées, la quantité de bain qui traverserait ces diverses parties pourrait être fort différente. Comme résultat, on aurait une teinture inégale.

Les deux premiers principes répondent à la première partie des conditions, c'est-à-dire à l'égalité de teinture dans la cannette, et une machine basée sur ces deux principes sera satisfaisante sous ce premier point de vue; la deuxième condition est que la nuance soit parfaitement égale dans les différentes parties d'un même lot. L'observation des deux premiers principes, bien qu'ils contribuent beaucoup à réaliser cette deuxième condition, n'est cependant pas suffisante. En effet, cette condition ne dépend plus seulement de la machine, mais encore de la méthode suivie pour teindre.

Lorsqu'on teint des écheveaux dans des barques de teinture, l'uniformité de nuance des différents lots se règle par la concentration du bain de teinture, par sa température et par sa durée. Quand il s'agit de coton, le volume du bain de teinture n'exerce que peu d'influence. Avec les couleurs à mordant, la quantité maxima de couleur qui peut être fixée sur la fibre est déterminée stéchiométriquement (c'est-à-dire proportionnellement aux poids atomiques) par la quantité de mordant fixée auparavant, tandis qu'avec les couleurs directes la profondeur de la nuance dépend entièrement de la concentration, de la température et de la durée. Ces trois facteurs ont naturellement une même importance quand il s'agit de teinture des cannettes que pour toute autre teinture.

La conservation de la richesse primitive du bain tinctorial doit s'en-

tendre, pour une machine à teindre en cannettes, en ce qu'elle ne doit pas apporter des causes de variation qui diffèrent des causes ordinaires. Ce serait donc une grande erreur que de chauffer le bain de teinture par barbotage, puisque la dilution du bain par la vapeur condensée rendrait absolument impossible de conserver au bain le même pouvoir colorant. On peut éviter cette difficulté en chauffant indirectement.... En ce qui regarde l'immersion des cannettes dans le bain, elle peut être continue ou intermittente. Dans le premier cas, le bain de teinture circule à travers les cannettes pendant tout le temps que dure l'opération, et la machine doit être établie de façon que l'opération puisse être interrompue à tout moment. Dans le deuxième cas, il est essentiel que chaque immersion dure le même temps. Dans les deux cas, il est désirable que, durant chaque immersion de même durée, des volumes égaux de la liqueur tinctoriale traversent des poids égaux de cannettes. Ce desideratum n'est pas indispensable quand il s'agit de coton; mais avec la laine il est de première importance. De toutes ces considérations, nous déduisons que :

III. Le bain de teinture ne doit pas être étendu par l'admission directe de la vapeur.

IV. L'immersion des cannettes peut être continue ou intermittente. Chaque immersion doit durer le même temps et le volume du liquide tinctorial qui traverse des poids égaux de cannettes doit être le même pour chaque immersion.

Le temps demandé par chaque immersion est un point de grand intérêt, car c'est un facteur important pour déterminer la capacité de travail de la machine. Presque toutes les machines ne travaillent que des quantités relativement petites de cannettes. Les rares machines qui traitent de fort lots dans chaque opération donnent des résultats qui sont loin d'être satisfaisants comme qualité. La difficulté d'obtenir une circulation parfaite du bain de teinture dans les cannettes s'accroît beaucoup lorsque le nombre des cannettes augmente, et naturellement la difficulté d'obtenir l'égalité des couleurs teintes s'accroît rapidement.... Cette considération semble avoir guidé presque tous les inventeurs de machines. Quant à la durée de l'opération, elle dépend de la nature des matières colorantes employées. Nous savons qu'avec les couleurs directes la teinture est terminée dès que les espaces intercellulaires de la fibre du coton apparaissent remplis de la matière colorante; il est évident que l'expulsion préalable de l'air conformément au principe I, réduira au minimum le temps demandé pour ces teintures, qui demandent en barque ouverte environ trente minutes. Avec les couleurs à mordant, la durée de la teinture dépend du temps néces-

saire pour produire sur la fibre la combinaison de la couleur et du mordant, c'est-à-dire la laque colorée.

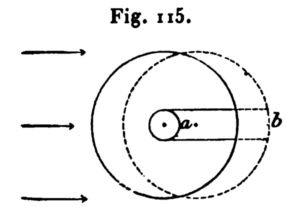
On a essayé de comparer les mérites des différentes machines d'après la quantité de cannettes teintes en un jour. Étant donné l'état actuel de la question, il ne peut être commis de plus grosse erreur : la teinture des cannettes est aujourd'hui une question de qualité et non pas de quantité....

Il reste un point à établir, en ce qui regarde la construction de ces machines, et son importance ne peut pas être exagérée. Les cannettes ont une construction régulière qui résulte de l'action du métier à filer. C'est de cette structure et de son caractère de régularité mathématique que dépend en grande partie la façon dont la cannette se comporte dans le métier à tisser. Toute altération dans cette structure normale nuit au tissage, occasionne la rupture fréquente du fil, et même son dévidage. Il est donc évident qu'une machine à teindre en cannettes doit prévenir, par sa construction, toute action mécanique nuisible à la structure normale de la cannette. Donc, cinquième principe, et ce sera notre dernier :

V. L'action mécanique que la circulation du bain de teinture produit fatalement sur les cannettes ne doit pas être de nature à modifier leur structure.

L'action mécanique que les cannettes subissent pendant la teinture est celle exercée par le courant des différents liquides circulants. Soit, dans la *fig.* 115, la section d'une cannette; si le liquide tinctorial circule

Fig. 115.



Section d'une cannette soumise à une pression latérale.

suivant le sens des flèches, la résistance que la cannette offre au passage de ce liquide la force à se déformer suivant les lignes pointillées. Une pression de ce genre, localisée sur un seul côté de la cannette, aura l'action la plus nuisible sur la structure de cette cannette, sans compter que le liquide pénètre plus difficilement dans la région *ab*, derrière la broche porte-cannette. Le seul moyen de l'éviter, c'est d'organiser la circulation des liquides de façon que la pression du liquide s'exerce également sur toute la surface de la cannette.

Description sommaire des principales machines. — Les machines à teindre en cannettes se rattachent à plusieurs groupes principaux. D'abord, les cannettes peuvent être placées librement dans des boîtes appropriées, et ces boîtes être disposées ou dans les compartiments multiples d'une roue : système Leblois, Piceni et Cie, déjà décrit page 189; système Jacquard, page 188; ou dans des cuves : système Spenlé; procédé de C. Delescluze, page 159; système Châtel-Mégnin, et l'on établit une circulation de liquide au moyen de pompes à liquides et de pompes à air. Ensuite, les cannettes peuvent être disposées en masse compacte à travers laquelle le liquide tinctorial est forcé : système Obermaier, page 179; système Mommer. Enfin, on peut faire circuler le liquide à travers chaque cannette individuellement, systèmes Weber, page 179; Graemiger; Mason et Whitehead; Châtel-Mégnin; Weber-Jacquel; Koblenzer, Young et Crippin.

Parfois, au lieu de traiter le coton sous forme de cannettes, on le traite sous forme de bobines de préparation à fil croisé. En dehors des machines passées en revue dans la section précédente, je décrirai ici la machine Rosskothen à circulation de liquide à travers les bobines, et l'appareil B.-O. Fischer, à force centrifuge.

Après avoir décrit sommairement [1] celles de ces machines qui n'ont pas encore été décrites, j'émettrai quelques observations sur la teinture en cannettes. Je donnerai, enfin, 1° une liste des brevets français les plus récents qui se rapportent aux quatre premières Sections; 2° l'indication de documents bibliographiques concernant ces mêmes Sections, et auxquels, pour plus amples détails, je renvoie les personnes particulièrement intéressées.

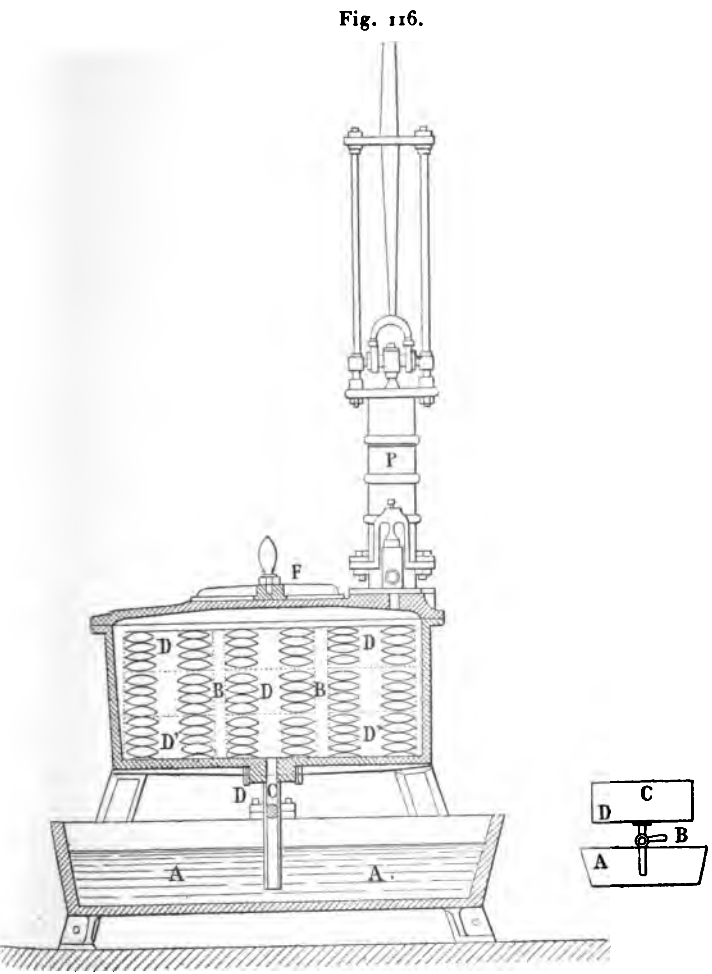
Dans l'*appareil Spenlé* (1875), les cannettes sont disposées dans une cuve D, comme l'indique la *fig.* 116. Un réservoir A contient le liquide tinctorial. La cuve de teinture et le réservoir de liquide sont mis en communication entre eux par le tuyau C; une pompe à faire le vide P marchant par transmission est placée au-dessus de l'appareil. L'appareil étant rempli de la matière à teindre et hermétiquement fermé, on fait

---

(1) Même remarque que page 194.

le vide après avoir eu soin d'intercepter la communication avec le bain. Le vide fait, on rétablit cette communication, et le bain vient imprégner la matière.

Fig. 116.



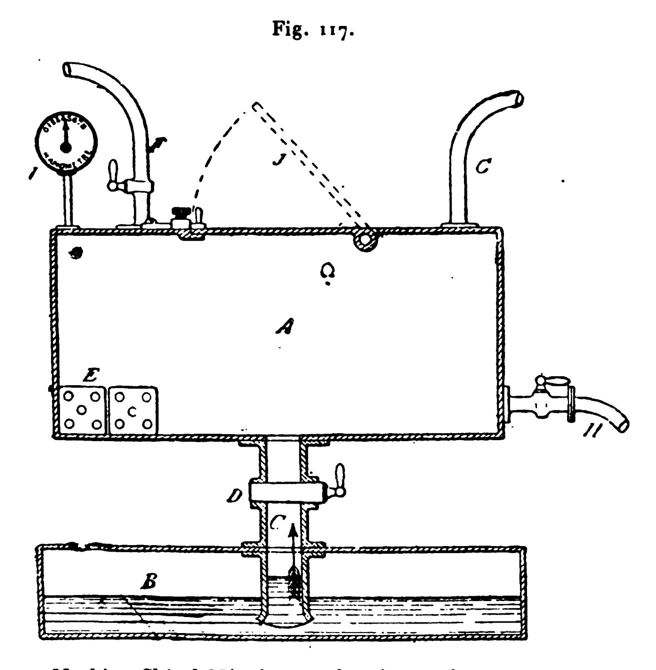
Appareil Spenlé à teindre les cannettes.

La *machine Châtel-Mégnin* (*fig.* 117), consiste en deux récipients A et B placés l'un au-dessus de l'autre et com-

muniquant entre eux par la tubulure C munie du robinet D.

Le récipient A peut recevoir de la vapeur par le tuyau F; il peut être mis en communication avec une pompe à air par le tuyau G. La pression est indiquée par le manomètre I. Les liquides s'écoulent par le tuyau de purge H. Ce récipient se ferme au moyen du couvercle à jointures étanches J. On

Fig. 117.



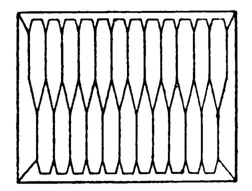
Machine Châtel-Mégnin pour la teinture des cannettes.

place dans le récipient A des boîtes à parois perforées qui renferment les cannettes; on ferme le couvercle, puis le robinet D. On admet la vapeur par le tuyau F; elle chasse l'air par G. On ferme G et F; la vapeur se condense, le vide se produit, et, en rouvrant de nouveau le robinet D, le liquide de B monte précipitamment en A et pénètre les cannettes. On répète l'opération suivant les besoins.

La *machine Mommer* opère, non sur des cannettes isolées, mais sur une masse entière de cannettes, offrant une résis-

tance assez grande et égale dans tous les points au passage du liquide. Elle consiste essentiellement en une cuve de teinture, une boîte à cannettes et une pompe, ces trois parties communiquant entre elles au moyen de tuyaux munis de robinets de telle sorte qu'on peut faire passer le liquide dans un sens ou dans un autre. Les cannettes sont disposées dans des cadres en bois, comme l'indique la *fig.* 118; puis

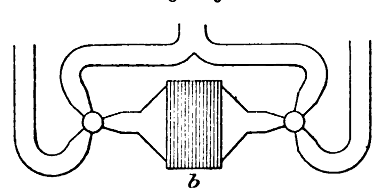
Fig 118.



Disposition des cannettes dans la boîte à cannettes de la machine Mommer.

ces cadres sont placés dans la boîte à cannettes, et celle-ci est intercalée dans le courant circulaire de la machine, comme le montre la *fig.* 119.

Fig. 119.



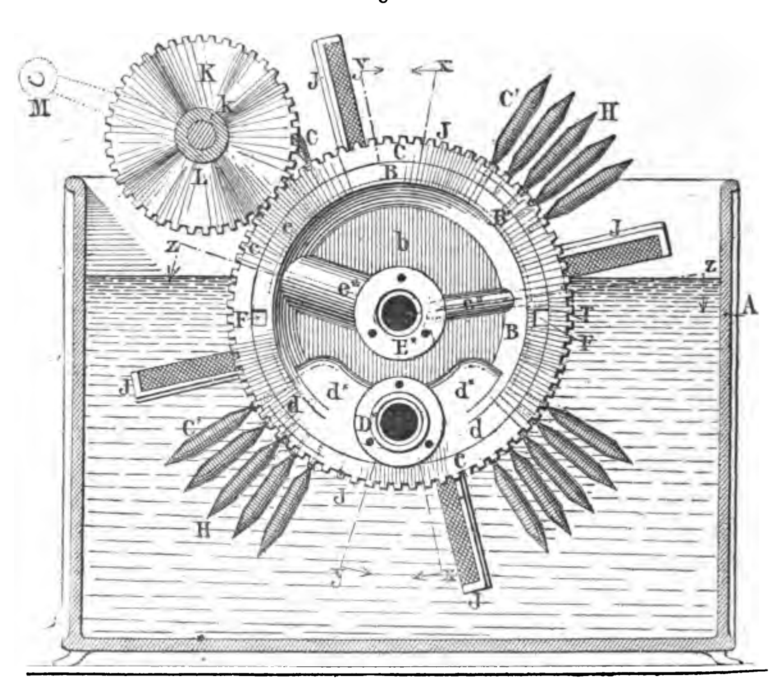
Disposition de la boîte à cannettes dans la machine Mommer.

La construction de la machine Mommer a été reprise pour la France par la maison F. Dehaître. Cette machine donnerait de bons résultats comme unisson de teinture, lorsque le bloc est composé avec soin, que la boîte est placée convenablement et que les opérations sont effectuées avec méthode.

La *machine Graemiger* (1887) est l'une des meilleures;

elle opère la teinture par circulation des liquides à travers les cannettes montées sur des tubes creux perforés. La *fig.* 120

Fig. 120.

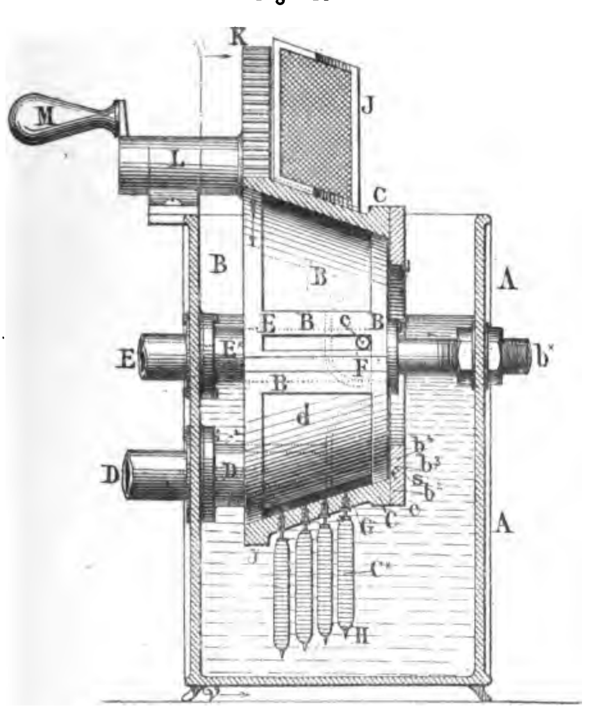


Machine Graemiger à teindre les cannettes (coupe verticale).

est une coupe verticale de l'ensemble de cette machine, prise suivant la ligne *vv* de la *fig.* 121 qui est une élévation latérale. La cuve A sert à contenir le liquide et à supporter le cylindre en fonte B, lequel est fixe. Un porte-cannettes annulaire C tourne en glissant autour de ce cylindre, et durant son mouvement de rotation découvre ou oblitère les ouvertures de tuyaux D, E, qui affleurent à la surface du cylindre B. Le tuyau D amène, par l'intermédiaire d'une pompe aspirante et foulante, les liquides destinés aux opérations. Le porte-cannettes est percé d'une série de trous *c* pour livrer passage

aux liquides allant aux cannettes C′ ou en revenant; ces perforations sont taraudées pour recevoir les brochettes G

Fig. 121.



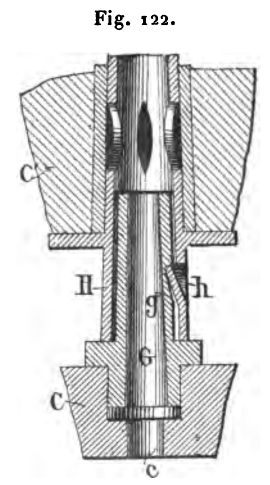
Machine Graemiger (élévation latérale en coupe).

(*fig.* 122), dans lesquelles se trouve le tube injecteur H passé à travers la cannette. Chaque gaine G porte un siège *g* supportant l'effort d'un encliquetage *h* destiné à maintenir le tube en place.

Sur le porte-cannettes sont disposés radialement des écrans destinés à séparer les groupes de cannettes entre eux et à retenir les écumes. Le porte-cannettes porte latéralement une couronne dentée commandée par une roue K montée sur un arbre L, et on le met en mouvement au moyen d'une manivelle M.

Dans un modèle perfectionné (1889) qui porte le nom de Graemiger, Whitehead, Mason et Leigh, les cannettes sont disposées sur les deux faces d'une boîte circulaire creuse, à demi plongée dans le bain. Cette boîte est divisée en quatre

Fig. 122.



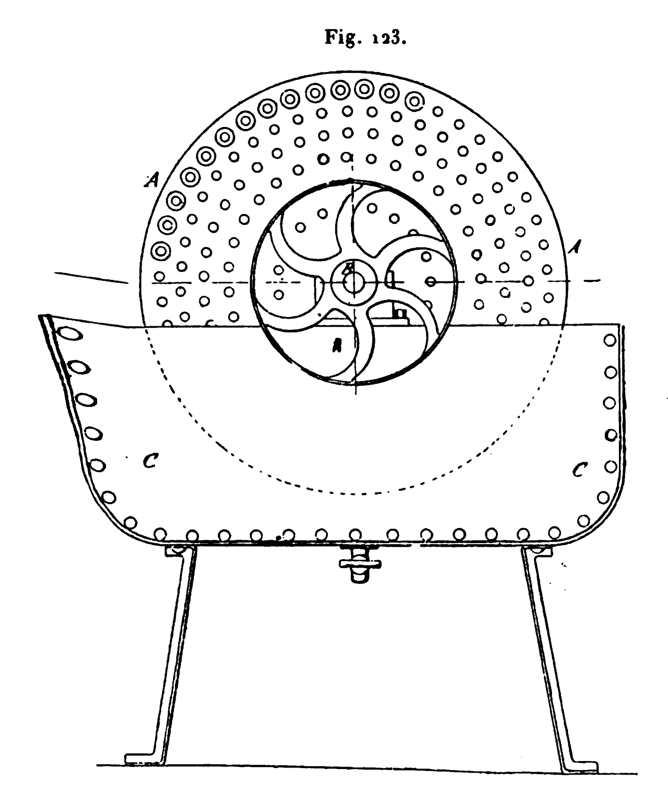
Détail de l'insertion d'une cannette.

chambres, mises en communication successivement avec une pompe centrifuge et une pompe à air.

La *machine Mason Junior et Whitehead* (1888) se compose d'un chariot à cannettes pouvant se déplacer dans le sens vertical au moyen de crémaillères et être immergé dans une cuve de teinture. Ce chariot est pourvu d'un chapeau mobile formant avec lui une boîte creuse. Celle-ci peut être mise en communication, par l'intermédiaire d'un cylindre supérieur, soit avec une pompe centrifuge, soit avec un appareil à faire le vide. Le chariot à cannettes porte à sa surface des perforations dans lesquelles sont placés des tubes ou broches perforés portant les cannettes. Les opérations consistent à immerger les cannettes dans le bain, à les soumettre à une circulation du liquide au moyen de la pompe centrifuge, puis à relever le chariot et à faire le vide.

La machine Châtel-Mégnin est basée sur le principe de la circulation continue des liquides de l'intérieur à l'extérieur des cannettes. Elle se compose (*fig.* 123 et 124) d'un tambour

Fig. 123.

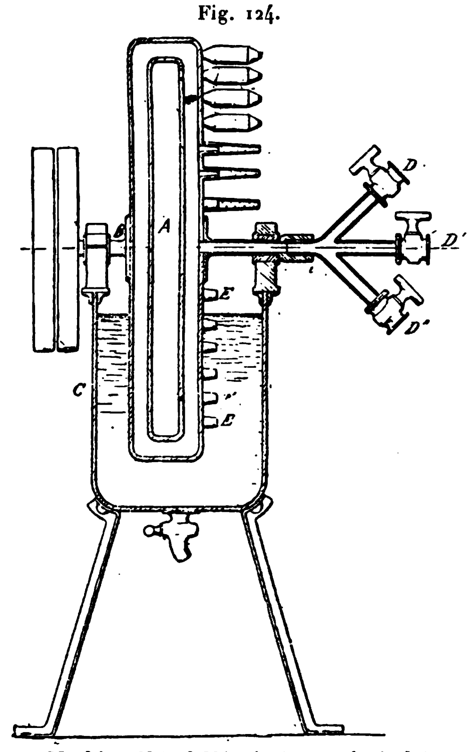


Machine Châtel-Mégnin à teindre les cannettes.

creux très étroit A, à double paroi, monté sur un axe de rotation B; ce tambour tourne dans une cuve C qui reçoit les liquides. Trois ajutages D, D′, D″ communiquent avec l'intérieur du tambour A et y amènent, suivant les besoins, les liquides actifs pour le blanchiment ou la teinture, l'air pour le séchage ou la vapeur pour le vaporisage. Des tétines creuses E garnissent l'un des fonds du tambour A et correspondent avec l'intérieur; les cannettes sont embrochées sur ces tétines.

La *machine Weber-Jacquel* repose sur l'aspiration et le refoulement des liquides à travers les cannettes, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, sans recourir à la pompe. Ses parties essentielles sont un porte-cannettes et deux bacs, l'un

Fig. 124.



Machine Châtel-Mégnin (coupe latérale).

ouvert, l'autre fermé; le porte-cannettes est placé dans le bac ouvert, qui communique à l'aide d'un siphon avec le bac fermé, lequel est surélevé. La pesanteur fait descendre le liquide de ce dernier bac dans les cannettes; le liquide est ramené du bac ouvert dans le bac supérieur en y produisant le vide au moyen d'un aspirateur d'air à vapeur. Le porte-cannettes se compose d'une série de tubes concentriques, munis de trous sur lesquels sont vissées les broches destinées

à supporter les cannettes; ces broches sont des tubes creux et perforés à noyau central conique avec quatre ou cinq nervures saillantes pour soutenir les cannettes.

Dans la *machine Koblenzer,* les cannettes sont placées sur des séries de plateaux circulaires perforés : ces plateaux sont placés les uns au-dessus des autres dans un récipient commun ; on y fait passer le liquide de haut en bas.

Dans la *machine Crippin et Young* (*fig.* 125), la cuve de

Fig. 125.



Machine Crippin et Young à teindre les cannettes.

teinture présente à l'une de ses extrémités une chambre à cannettes (à droite de la figure), et, à l'autre extrémité, deux chambres, dites *récepteurs,* l'une grande, l'autre petite. Un

éjecteur à vapeur, un système de tuyaux, de robinets, de tubes de contrôle complètent la machine. Le robinet à main, que l'on voit sur la figure près de la chambre à cannettes, est relié par un levier à la soupape de l'éjecteur; en tournant ce robinet convenablement, on peut, ou actionner l'éjecteur pour faire le vide dans la chambre à cannettes, ou introduire de la vapeur et de l'air dans la chambre à cannettes, ou agir sur les robinets des récepteurs, y introduire de l'air et amener le liquide tinctorial dans la chambre à cannettes.

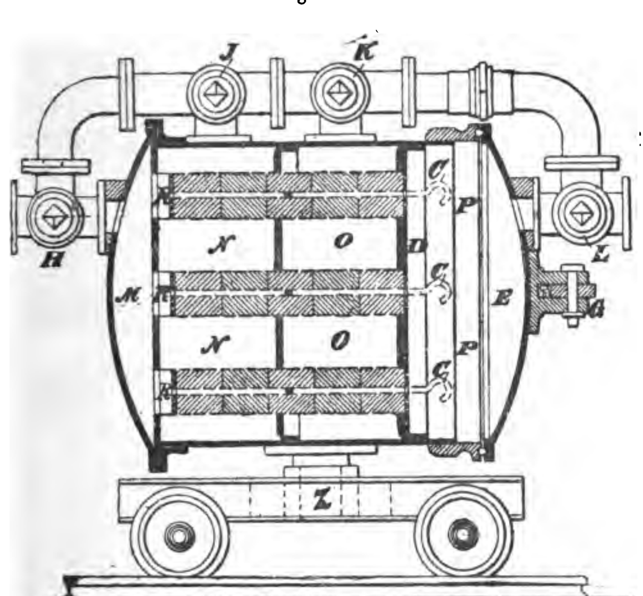
C'est dans celle-ci que la teinture s'opère, et c'est la partie importante de la machine. Elle est partagée en deux parties; l'une, inférieure, communique avec les récepteurs; l'autre, supérieure, communique avec la cuve de teinture. Cette chambre est munie d'un couvercle à fermeture étanche. Entre ses deux parties, se place un plateau à cannettes à nombreuses perforations, destiné à recevoir environ 150 cannettes; elles sont maintenues par une plaque supérieure.

Le liquide tinctorial, qui doit être très concentré, est mis dans la cuve à teindre et chauffé à la température convenable. Les cannettes sont disposées sur le plateau; celui-ci introduit dans la chambre, les cannettes assujetties au moyen de la plaque supérieure, le couvercle de la chambre enfin fixé. Cela fait, on actionne l'éjecteur. Le vide se produit dans les récepteurs et, par leur intermédiaire, dans la partie inférieure de la chambre à cannettes; l'air est extrait des cannettes, et le liquide tinctorial passe de la cuve dans la chambre et se rend à travers les cannettes dans les récepteurs. Ensuite, l'éjecteur est arrêté, l'air rentre dans les récepteurs et le liquide tinctorial retourne dans la cuve, directement ou en traversant en sens inverse les cannettes. Chaque passage demande une minute, et quatre passages suffisent à la teinture quand on emploie les matières colorantes directes. Quand la teinture est accomplie, le couvercle de la chambre est enlevé, la communication avec la cuve est interrompue et, en faisant rejouer l'éjecteur, l'air extérieur est aspiré à travers les cannettes et enlève l'excès de liquide.

La *machine Rosskothen* est plus spécialement destinée au traitement des bobines de coton à fil croisé. On enfile ces

bobines sur des tubes C perforés (*fig.* 126); on adapte des diaphragmes circulaires D, on fixe en place au moyen d'un couvercle perforé R, et d'une goupille *d*. Ainsi garnis, ces tubes sont introduits dans une chaudière cylindrique horizontale, montée sur wagonnet, de façon à pouvoir tourner

Fig. 126.



Machine Rosskothen à teindre les bobines de coton (section verticale).

autour de la cheville Z. Les deux fonds de la chaudière sont bombés et munis de tubulures auxquelles viennent se raccorder pendant la marche les tubulures H et *h* des conduits; le fond E forme couvercle. L'intérieur de la chaudière est divisé en trois chambres M, N et O, communiquant entre elles par des tuyaux perforés; aumoyen des robinets H, J, K, L, on fait circuler les liquides dans les bobines, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

La *cuve à teindre les cannettes et les bobines de B.-O. Fischer* est une application de la force centrifuge. La *fig.* 127 est

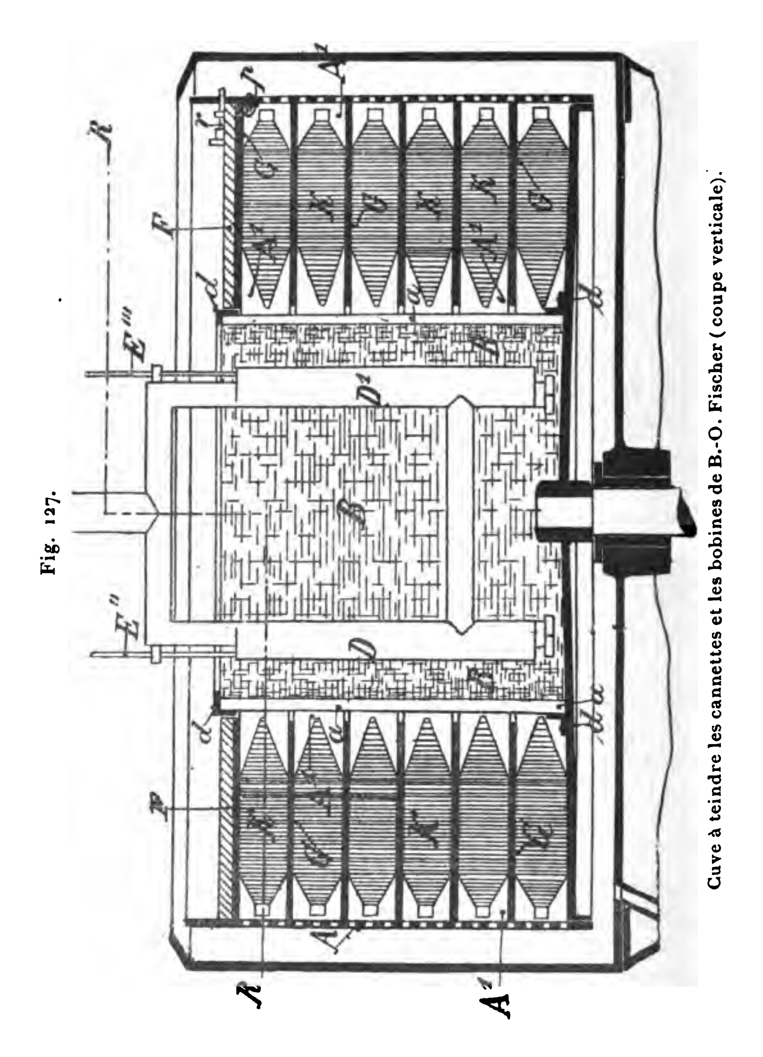


Fig. 127.

Cuve à teindre les cannettes et les bobines de B.-O. Fischer (coupe verticale).

une coupe verticale suivant l'axe de la cuve. Une cuve circulaire A en tôle perforée reçoit les cannettes K qui sont placées dans des cases formées par les cloisons annulaires

libres, de façon que les cannettes se trouvent en couches isolées et non serrées. La chaudière se ferme au moyen de la plaque F, reposant sur les nez en saillie *p* des verrous de fixation *r*. Après avoir chargé les cannettes, on remplit la cuve du liquide, on fait tourner cette cuve et le liquide est refoulé à travers les cannettes.

Observations. — La teinture du coton en cannettes paraît très simple *a priori*. Il semble qu'une fois le fil dégraissé, il sera très facile de l'imbiber du liquide en forçant celui-ci à traverser la cannette; mais la pratique offre les plus grandes difficultés, principalement en ce qui regarde l'unisson. Les matières colorantes qui s'appliquent le mieux à cette teinture sont les couleurs directes, couleurs de benzidine et couleurs diamine. En effet, ces matières colorantes sont bien solubles, et se teignent sans mordant et en un seul bain; mais elles ne sont solides ni au lavage, ni au foulon, et leur emploi ne peut être que restreint. On augmente leur solidité en les diazotant; le procédé devient alors compliqué : il exigerait l'emploi de trois machines pour un seul lot de coton. Les matières colorantes à mordants présentent de grosses difficultés, car, pour que le mordançage soit bien égal, il faut que le bain de mordant reste parfaitement clair; de plus, ces matières colorantes sont fréquemment insolubles dans l'eau. Les matières colorantes basiques, qui se fixent sur le coton sans mordant, n'ont pas de solidité. Le mordançage en tannin est aisé dans le vide, mais le passage en sel d'antimoine est difficultueux. Les couleurs minérales ne conviennent pas, car elles produisent des dépôts sur la partie extérieure des cannettes. L'indigo ne peut se teindre que par le procédé à l'hydrosulfite. Quant au noir d'aniline, il n'a pas encore pu être appliqué d'une façon satisfaisante.

Quelle machine est la meilleure ? M. C.-O. Weber, en appliquant les principes posés plus haut, dit que l'appareil Obermaier ne conserve pas aux cannettes leur forme; que la machine Mommer, la seule à production intense, n'effectue pas la teinture toujours régulièrement et altère la structure de la cannette; qu'avec l'appareil Graemiger, il se produit un frottement, de l'usure et des corrosions nuisibles; que la

machine Mason et Whitehead, construite d'accord avec les principes, a un travail compliqué; que la machine Crippin et Young lui paraît la meilleure jusqu'ici. Elle peut teindre 25000 cannettes en 10 heures; la machine Graemiger en teint 80000, et la machine Mommer 360000.

DOCUMENTS BIBLIOGRAPHIQUES CONCERNANT LA TEINTURE DES FIBRES EN POILS, EN RUBANS, EN BOBINES ET EN CANNETTES (1).

L'Industrie textile.

1886. *Teinture des laines en bobines de M. Boucheron,* p. 154-156. *Teinture de la laine en bobines,* par M. H. Vassart, p. 166-167, 262-264 (*machines Denutte, Bertrand*), 318, 371-372 (*machines Bertrand, Obermaïer*), 429-430 (*machine Harmel*) et 1888, p. 85-86 (*machine Harmel*), et 364-365. *Appareil* de M. Hauschel, p. 305-306. *Appareil de MM. Weber et Cie,* p. 430. *Machine de M. Denutte,* p. 483.

1887. *Procédé de teinture de M. Rümmelin,* p. 35-38. *Appareil de MM. White, Child et Cie,* p. 615-616.

1888. *Application de la force centrifuge de Waldbaur*, p. 84-85. *Appareil Ed. Wright,* p. 189-190. *Appareil Graemiger,* p. 240-242. *Appareil Sampson et Jealous,* p. 355-356.

1889. *Machine J. Lodge,* p. 124. *Appareil Ch. Vandermeirssche,* p. 235-236 et p. 421-423.

1890. *Machine Cleg, Morris et Lee,* p. 129-130. *Machine Mason Jr et W.-T. Whitehead,* p. 130-132. *Appareil Rosskothen,* p. 170-171. *Machine Jacquard,* p. 372-373. *Appareil Ch. Weber-Jacquel,* p. 459-461.

1891. *Machine S. Mason,* p. 68-70. *Machine rotative Chatel-Mégnin,* p. 107. *Machine Chatel-Mégnin,* p. 166-167. *Cuve de B.-O. Fischer,* p. 557-558.

1892. *Système Leblois, Piceni et Cie,* p. 73-74. *Procédé Soc. Delescluse et Cie,* p. 394. *Teinture du coton en mèches ou en ruban de*

(1) Consulter, en outre, *L'Industrie textile* et *Description des brevets, passim.*

carde (*procès Anthoni contre L'Huillier*), H. Vassart, p. 171-172 et p. 415-418 et 1893 p .58-57. *Appareil Mommer,* p. 345.

Bulletin de la Société industrielle du Nord.

1887. *Appareil de Bertrand,* p. 64.

1888. *Machine Harmel,* p. 54-55.

1890. *Teinture de la laine peignée en bobines* (*ext.*), H. Vassart, p. 445 et 1891, p. 3-5.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse.

1881. *Blanchiment en cannettes de MM. Charles Weber et Cie*, Lévy, p. 281-285.

1886. *Appareil Obermaier et Cie,* p. 329-335.

1887. *Teinture et impression mécanique des rubans peignés,* par E. Rümmelin, p. 402-417.

The Journal of the Society of chemical Industry.

1892. *On cop dyeing,* p. 975-988.

The textile Mercury.

1893. *MM. Young and Crippin's new cop dyeing machine,* p. 105-106.

The Journal of the Society of Dyers and Colourists.

1893. *The mechanical dyeing of unspun fibres by G.-E. Sutcliffe,* p. 54-63.

Färber-Zeitung von Dr A. Lehne.

1889-90. *Der Obermaïer'sche Revolverapparat,* S. 64-67 und 155-158.

1891-92. *Neues Kesselsystem für die Wollfärberei,* von P. Schulz, S. 257-259.
Färberei von Baumwollgarn... als Cops... S. 343.....

1892-93. *Jagenburg's Verfahren zum Färben von ungesponnener Baumwolle.* S. 177-181.

1894. *Ueber die Copsfärberei,* von Dr L. Schreiner, S. 134-136 und 147-149.

Liste de brevets concernant la teinture des fibres textiles en poils, en rubans, en bobines et en cannettes.

Parmi les brevets pris avant 1889, je citerai ceux de Webe 1853, Hurstel 1857, Carlier 1858, Kirkham et Emson 1864, Villeminot 1873, Bickel, Spenlé 1875, Toussaint 1876, Weber, Béranger, Chalamel, L'Huillier, Weisgerber en 1878, Quidet, Wilkinson en 1879, Godchaux 1881, Obermaier, Bertrand, Nouvelet et Fay, Moebs et Anthoni, Jagenburg, Auchinvole en 1882, Rümmelin 1883, Obermaier, Bertrand, Giessler, Schmidt 1884; Boucheron, Denutte, Hauschel, Bertrand en 1885; Harmel, Bertrand, Obermaier, Lecomte, Douvry, Graemiger en 1886-87; Clegg et Lee, Lombard, Rosskothen en 1887; Bertrand, Vandermeirssche, Hampe, Monpin et Saint-Rémy, Delamare, Jourdain, Leblois, Piceni et Cie, Mason jeune et Whitehead, Lepainteur, Hodgson et Anderson en 1888.

Année 1889.

196009. Muller (F.) et Monnet (L.). — *Production du vigoureux par la teinture.*

196708. Follet. — *Perfectionnements apportés aux machines à teindre les flocons de laine, coton et bourrettes de soie.*

196709. Follet. — *Perfectionnements aux machines à teindre en bobines les rubans de laine peignée.*

197591. Jacquart. — *Machine à blanchir ou à teindre les cotons en bobines de préparation.*

197707. Soc. d'Aoust (F.) et frères. — *Appareils à teindre la laine en bobines ou toutes autres matières textiles sous la même forme.*

198949. Rybicka et Langer. — *Machine-centrifuge-pénétration pour des buts industriels.*

199304. Jacquart. — *Machine à blanchir ou à teindre les cotons et autres textiles en rubans de préparation.*

199527. Duport. — *Machine à teindre la ouate continue.*

201891. Desurmont. — *Perfectionnements aux machines à teindre la laine peignée en bobines telles qu'elles sortent du peignage ou en vrac et toutes autres matières textiles.*

200219. Bertrand. — *Appareil rotatif à compartiments multiples destiné à la teinture, aux opérations préparatoires des mèches de coton peigné ou cardé, telles qu'elles sortent des pots dits de filature.*

202452. WEBER-JACQUEL. — *Appareil perfectionné servant au traitement des matières textiles sous forme de fil en cannettes, teinture, blanchiment, décreusage, séchage, etc.*

ANNÉE 1890.

204189. GRAEMIGER, WHITEHEAD, MASON et LEIGH. — *Perfectionnements aux machines servant à teindre, à blanchir et à traiter de toute autre manière les fils sur bobines ou mis sous une autre forme compacte.*

204374. CHATEL-MEGNIN. — *Machine rotative à teindre les fils de coton ou autres textiles sur bobines ou cannettes, sel-facting ou continu.*

205025. OFFMANN. — *Procédé applicable au lavage, au blanchiment, à la teinture, etc. des matières filamenteuses et autres matières analogues.*

205164. SHARPLES. — *Perfectionnements dans les machines opérant d'une façon continue le blanchiment, le savonnage, le passage au bleu, le lavage, l'apprêtage, la teinture ou autre traitement analogue des écheveaux de fils de coton, de lin, laine, soie ou autres, des rubans ou autres produits.*

205556. GUÉRIN. — *Appareil à double mouvement pour dégraisser, laver, teindre, blanchir ou sécher toutes matières textiles animales ou végétales, sous quelque nature qu'elles se présentent.*

206965. BERTRAND. — *Appareil destiné à la teinture du coton, de la soie, de la laine, ou de toute autre matière textile filée, disposée en bobines à fil croisé faites sur tubes cylindriques ou coniques, sans joues, de forme analogue à celles faites sur les bobinoirs de préparation de filature de laine ou de coton.*

207609. GRAEMIGER. — *Perfectionnements aux machines à teindre, à blanchir ou à traiter de toute autre manière les matières fibreuses, soit brutes, filées, tissées, ou se trouvant dans quelque autre état intermédiaire de fabrication.*

209936. BERTRAND. — *Machine à teindre en écheveaux le coton, la laine et autres textiles filés ou peignés, les écheveaux ne recevant aucun mouvement.*

209965. PICK. — *Procédé et appareil pour blanchir, teindre, imprégner, etc., des fils de tous genres en bobines.*

210116. WILSON. — *Méthode ou procédé et appareil perfectionné pour*

le blanchiment, la teinture ou autre traitement des matières fibreuses.

210235. Soc. Lerocher et fils. — *Teinture de la soie dans les bassines de filature.*

Année 1891.

210970. Young et Crippin. — *Perfectionnements dans les machines pour teindre et blanchir le coton, la laine, la soie et autres matières fibreuses, écrues et manufacturées, ou partiellement manufacturées.*

211065. Delescluse (C.) et Cie. — *Procédé de blanchiment des fils de lin, de chanvre, jute, ramie, coton et autres matières textiles végétales.*

212184. Soc. Adolf et Martin Koblenzer. — *Procédé et appareil pour la teinture des fils de coton en bobines (cops).*

212199. Sutcliffe. — *Appareil pour le lavage, la teinture et le traitement des matières et produits textiles.*

212742. Bertrand. — *Appareil à teindre ou blanchir le coton en mèches ou en bobines, ainsi que tous autres textiles.*

213728. Anthoni. — *Procédé pour teindre ou blanchir le coton avant cardage.*

214649. Soc. Hutin et Vaugrand. — *Application nouvelle d'une chemise perforée à l'intérieur des pots de teinture.*

216072. Nicklès. — *Disposition de teinture des cotons en rubans ou bobines de préparation.*

216844. Schlundt. — *Nouvelle machine à teindre les textiles de toute nature.*

218421. Young et Crippin. — *Perfectionnements dans les appareils servant à la teinture, au blanchiment, et autres traitements du coton, de la laine, de la soie ou autres matières fibreuses, soit à l'état brut, soit partiellement ou entièrement travaillées.*

Année 1892.

220031. Jagenburg. — *Procédé pour teindre le coton non filé, le fil de coton et les tissus avec un noir d'aniline ne déverdissant pas, ne se détachant pas et n'attaquant pas les filaments.*

220205. Soc. Peltzer et fils. — *Appareil à teindre les fibres textiles en bobines.*

220252. Breband. — *Teinture partielle directe, applicable sur tous tissus et fils.*

220365. Greeven. — *Procédé et appareil applicables à la saturation et au lavage du fil et autres matières fibreuses.*

220391. Schnurch. — *Procédé et appareils pour sécher et vaporiser (oxydation rapide) des fils de coton sous forme de cannettes, de bobines, de fuseaux, de bobines à fil croisé, etc., qu'il s'agit de teindre au noir d'aniline fixe (noir diamant).*

220702. Leeson. — *Système de bobines ou cannettes tubulaires et moyens propres à envider le fil sur ces cannettes.*

220722. Delescluse (C.). — *Procédé perfectionné de blanchiment du coton.*

221274. Simonis. — *Appareil pour teindre les matières textiles de toute espèce dans la cuve d'indigo à l'abri de l'air.*

223123. Graemiger. — *Perfections aux machines à teindre, à dégraisser, à blanchir et à soumettre à d'autres traitements analogues des fils mis en bobines ou sous une autre forme compacte.*

223776. Obermaier. — *Procédé pour mordancer, teindre, laver, etc., les filés de tout genre, bobinés sur cannettes, bobines croisées, etc.*

224008. L'Huillier. — *Teinture mécanique des fibres en tout état de préparation, et spécialement relatif à la teinture du coton en ruban de carde.*

226119. Dubosc. — *Charge par le vide des textiles en flottes, rubans de carde, cannettes, tissus, etc.*

226239. Masurel. — *Perfectionnements aux appareils à teindre mécaniquement tous textiles en toutes nuances par bain automatiquement réversible et dont le chauffage est produit hors du contact de la matière.*

Année 1893.

227161. Ettl. — *Procédé et appareil centrifuge pour teindre, blanchir, cuire, etc. des matières textiles.*

227339. Shaw. — *Perfectionnements aux appareils destinés au traitement des matières fibreuses par des liquides propres à la teinture ou à d'autres usages.*

227371. Breinl et Kurrer. — *Procédé de blanchiment des fils de coton en bobines ou fuseaux.*

229014. Crippin. — *Perfectionnements dans les appareils employés pour la teinture, le blanchiment et autres traitements du*

coton et autres matières fibreuses à l'état brut, manufacturé ou partiellement manufacturé.

228382. GÉNARD. — *Perfectionnements aux appareils à teindre les bobines de laine peignée ou autres matières semblables.*

228655. JACQUART. — *Essorage en turbines de toutes matières textiles brutes, préparées ou filées.*

229014. CRIPPIN. — *Perfectionnements dans les appareils employés pour la teinture, le blanchiment et autres traitements du coton, et autres matières fibreuses à l'état brut, manufacturé ou partiellement manufacturé.*

229567. Soc. LEBLOIS, PICENI et C[ie]. — *Nouveau système d'imprégnation des matières textiles prises sous toutes leurs formes.*

229644. GESSLER. — *Dispositif pour traiter par des liquides et vapeurs des rubans formés de fibres textiles.*

229888. GAEBELE. — *Nouvelle broche pour teinture, blanchiment ou apprêt des fils en bobines.*

230697. Soc. LINKENBACH et HOLZHAUSER. — *Système d'appareil pour laver, imprégner et teindre des fils à l'état enroulé.*

231385. MATTEI. — *Procédé et appareil pour la teinture continue du coton, et autres fibres textiles sous forme de rubans de cardes ou de mèches de bancs à broches.*

231505. GESSLER. — *Appareils pour traiter les rubans de cardes par des liquides et par des vapeurs.*

231867. OBERMAIER. — *Appareil pour mordancer, teindre, laver, etc., les filés de tout genre, bobinés sur canettes, bobines croisées, etc.*

233542. LABHARDT. — *Appareil à teindre et à laver les matières textiles.*

234951. HANTKE. — *Appareil applicable au blanchiment ou à la teinture des fils sur les ensouples de derrière.*

CINQUIÈME SECTION.

TEINTURE DES CHAINES.

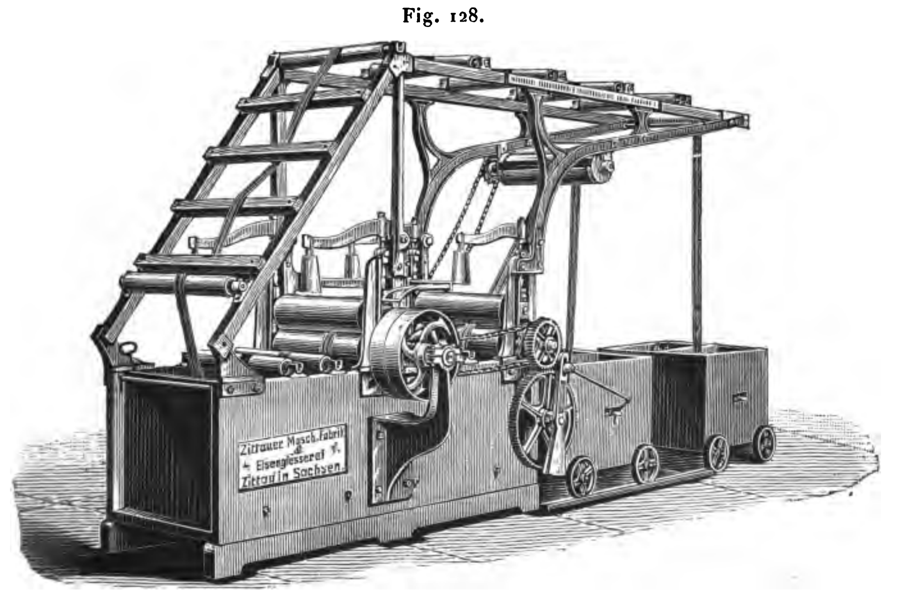
Les chaînes de coton et de jute peuvent être teintes directement dans des machines spéciales. Le travail est ainsi rendu plus rapide et plus aisé que si l'on était obligé de mettre le fil en écheveaux, puis de reformer la chaîne.

La machine à teindre les fils de chaîne ou les fils ourdis

consiste en une simple cuve de teinture avec rouleaux plongeurs et exprimeurs, ou parfois en une sorte d'encolleuse dont l'auget renferme la couleur.

La *machine de MM. Mather et Platt* consiste en une cuve de bois à trois compartiments. Entre chacun d'eux se trouvent des rouleaux exprimeurs, et dans chacun une série de rouleaux guides. Des guides à échelles tiennent séparés les fils à

Fig. 128.



Machine à teindre les chaînes (Zittauer Maschinen-Fabrik).

leur entrée dans la machine; ils viennent s'enrouler ensuite autour des rouleaux guides, et subissent l'action du liquide circulant en sens inverse des fils. On donne un ou plusieurs passages.

La *machine de la Zittauer Maschinen-Fabrik,* représentée *fig.* 128, peut traiter plusieurs chaînes à la fois, six et même huit. L'entrée et la sortie des chaînes se trouvent du même côté; elles sont reçues dans des wagonnets pourvus d'autant de compartiments qu'il y a de chaînes. La machine comporte deux caisses.

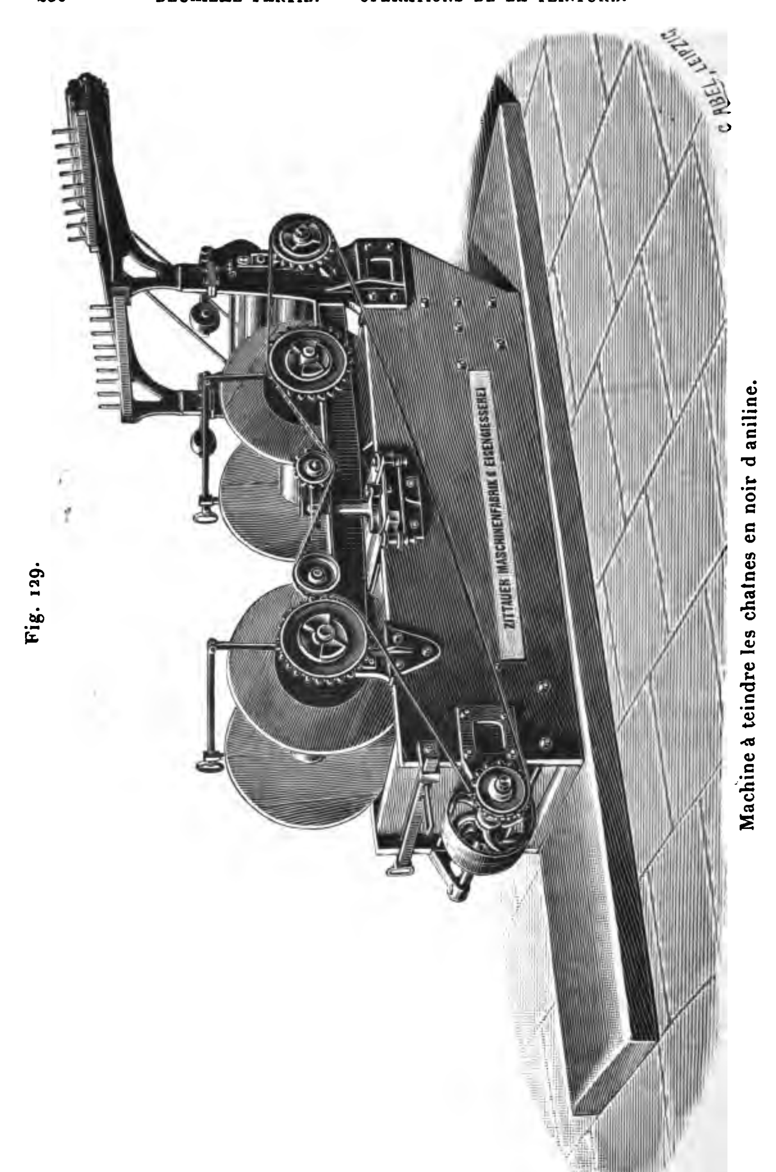


Fig. 129.

Machine à teindre les chaînes en noir d'aniline.

Le modèle de la *fig.* 129 est réservé à la teinture des chaînes en noir d'aniline.

La teinture des chaînes peut se faire également, tandis que le fil est enroulé sur l'ensouple. Dans ce cas, la surface de l'ensouple doit être percée de trous, et le liquide tinctorial est introduit au moyen d'une pompe de l'intérieur à l'extérieur. Pendant ce passage, il est bon que les fils reçoivent une pression, soit au moyen d'un cylindre de pression, soit au moyen d'un beetlage. Cette disposition générale caractérise *l'appareil White, Child et Cie*.

SIXIÈME SECTION.

TEINTURE DES ÉCHEVEAUX.

Teinture en écheveaux. — La teinture en écheveaux, lorsqu'elle se fait à la main, est une opération un peu compliquée. Pour cela, les écheveaux sont enfilés sur des bâtons ou lissoirs en bois (parfois en verre, en cuivre, en porcelaine), qui reposent par leurs extrémités sur les longs côtés d'une cuve ou barque généralement rectangulaire. Deux ouvriers se mettent de chaque côté de la barque, saisissent l'extrémité d'un lissoir d'une main, lissent l'écheveau de l'autre main, c'est-à-dire qu'ils le retirent de façon à faire tremper successivement chacune de ses parties dans le bain de teinture. Quand le bain est fort chaud, ils se servent pour le lissage de petits bâtons accessoires. En même temps, ils font voyager deux ou trois fois l'écheveau dans le bain, puis ils le retournent. Dès qu'ils sont arrivés à l'extrémité de la cuve, ils recommencent la manœuvre en sens inverse, et changent les bâtons du milieu contre ceux du bout, provoquant ainsi un mouvement incessant du liquide pour détruire les inégalités produites par le chauffage. Les barques ont généralement une capacité de 600^{lit} à 800^{lit} pour 50^{kg} de coton.

Quand il s'agit de petits lots de coton, ou de procédés tout spéciaux, on fait la teinture par lots de 5^{kg} à 10^{kg}, dans des petites cuves, cuvelots ou terrines.

Les barques ou cuves de teinture sont en bois, en fer, en

grès, en cuivre rouge ou recouvert d'étain sur toute la surface, en bois doublé de cuivre ou de nickel. Quand elles sont en bois, elles peuvent être dans certains cas avantageusement paraffinées. Les barques rectangulaires ont $1^m,50$ de long, $0^m,90$ de large et 1^m de haut; les parois en bois ont $0^m,06$ d'épaisseur. Elles possèdent un faux fond à $0^m,10$ du fond, un tuyau de chauffage, un tuyau d'amenée, un tuyau de vidange.

Teinture mécanique. — La question de la teinture mécanique des écheveaux se pose dans des conditions toutes différentes de celles de la teinture du peigné ou des cannettes. Il ne s'agit plus ici de la qualité, mais bien de la quantité, c'est-à-dire de l'économie de main-d'œuvre. La teinture mécanique des écheveaux se recommande lorsqu'on a à opérer sur de fortes parties de matières textiles en une couleur simple, comme les noirs au campêche, les rouges turc; lorsque la teinture exige un grand nombre d'opérations, comme pour les noirs chargés sur soie; ou bien lorsqu'elle est d'un travail pénible pour l'ouvrier, comme pour les noirs d'aniline. C'est principalement le coton que l'on teint à la machine.

Les machines à teindre les écheveaux sont très nombreuses. On s'y est proposé presque toujours d'imiter la main de l'ouvrier. Les lissoirs sont passés dans les écheveaux : leurs extrémités reposent généralement sur un cadre rectangulaire, cadre relevable à volonté; elles portent, d'autre part, des roues à dents ou à crochets qui sont actionnées, soit par un arbre central, soit par une série de roues dentées, soit par une chaîne, et qui servent à transmettre à l'écheveau un mouvement rotatif continu ou intermittent, parfois accompagné de saccades. Des dispositions spéciales effectuent le lissage : engrenages de vis sans fin, manivelles, arcs à crémaillère ou chaînes à butoirs avec porte-écheveaux excentrés par rapport aux axes de rotation; tandis que des rouleaux pesants tiennent le fil tendu. Les écheveaux reçoivent, dans le plus grand nombre de ces machines, un mouvement de va-et-vient alternatif : ils sont transportés successivement d'une moitié de la barque à l'autre, ou bien sont relevés à l'une des extrémités de la barque, passent au-dessus, et rentrent à l'autre extré-

mité. Dans plusieurs machines, ils se trouvent sur un guindre qui tourne dans le bain. Ils sont encore placés à la périphérie d'un tambour mobile, ou entre deux roues parallèles, et viennent plonger à tour de rôle dans le bain. Dans d'autres, le cadre qui supporte les bâtons à écheveaux reçoit lui-même un mouvement. Dans d'autres, les lissoirs sont disposés horizontalement autour d'un axe central, et ils reçoivent un mouvement de circulation continu en même temps qu'un mouvement de rotation alternatif à périodes inégales. Dans plusieurs machines récemment proposées, c'est le liquide lui-même qui reçoit un mouvement de circulation continu. Enfin, parfois le dévidoir qui supporte l'écheveau est plongé directement dans le bain de teinture.

Description sommaire des principales machines. — Je les divise en :

1° Machines à tourniquets ou à guindres indépendants;
2° Machines à guindres sériés;
3° Machines à lissoirs sériés;
4° Machines avec mouvement de transport des écheveaux;
5° Machines rotatives;
6° Machines à immersion de châssis ou de dévidoirs;
7° Appareils à circulation continue.

Un gros volume ne suffirait pas à les décrire toutes. Le plan de mon Ouvrage ne me permet que de dire quelques mots des principales.

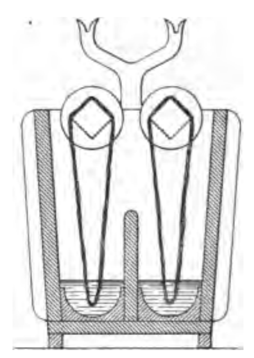
1° Tourniquets et guindres isolés.

La *machine de Robertshaw* à teindre et à encoller est l'une des plus simples de ces machines. Les écheveaux y sont placés sur un ou plusieurs tourniquets à section hexagonale disposés au-dessus d'une cuve et actionnés directement par une courroie. L'appareil est muni en outre d'un système de tordage mécanique.

La *cuve à teindre les noirs d'aniline* de M. Tulpin (*fig.* 130) appartient également à cette classe. Deux tourniquets, pouvant recevoir chacun 5^{kg} de coton, tournent au-dessus d'une cuve à deux compartiments. Au-dessus de chaque barque se trouvent deux supports destinés à recevoir les tourniquets à la fin de l'opération. Cette cuve a 2^{m} de long; les comparti-

ments ont une forme paraboloïdale, de façon à contenir le moins de liquide possible, en ayant une profondeur suffisante pour la manœuvre des écheveaux.

Fig. 130.



Cuve à teindre les écheveaux en noir d'aniline.

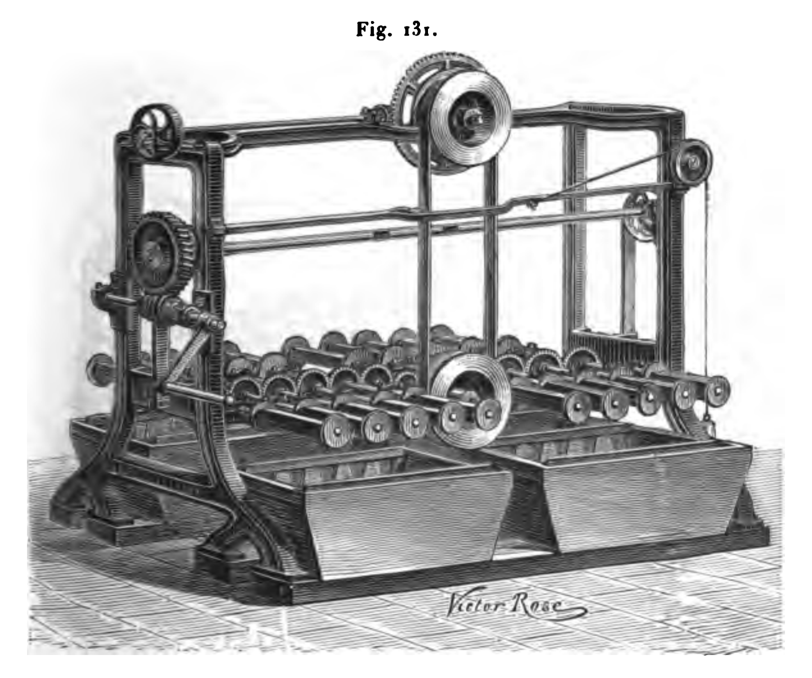
2° Guindres sériés.

La *machine Manlove, Alliot, Fryer et Cie* comprend des tourniquets disposés par séries de 5, tournant chacun au-dessus d'un compartiment ou petit bac à liquide. Les écheveaux placés sur les tourniquets sont guidés au moyen de guide-écheveaux en verre. La production est de 1^{kg} par tourniquet. La *fig.* 131 représente un modèle analogue.

La *machine Robertshaw* comprend une série de 10 tourniquets portant chacun à une extrémité une roue dentée qui les rend solidaires l'un de l'autre et qui sert à leur transmettre un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'une série d'engrenages. Tous ces tourniquets sont soutenus près des roues dentées par un châssis, qui permet de les soulever tous à la fois lorsque la teinture est finie. Le mouvement de rotation des écheveaux continue même en dehors du bain, de façon qu'il ne se produise pas des irrégularités de teinture; pour cela, la roue d'engrenage, qui communique le mouvement aux roues dentées de chaque tourniquet, est portée à l'extrémité d'un levier oscillant, et elle est rattachée à l'un des tourniquets par l'intermédiaire d'un palier libre qui la soutient.

Dans la *machine Boden* de R. Hall, les guindres portent également une roue dentée à une extrémité; tout l'ensemble peut être soulevé aisément grâce à des contrepoids. Dans un modèle perfectionné, et dans la *machine Spencer*, les guindres sont disposés en deux séries dans le sens de la lon-

Fig. 131.



Machine à teindre les écheveaux Pierron et Dehaître.

gueur de la barque; les roues dentées sont au centre de façon que le travail puisse se faire des deux côtés de la machine.

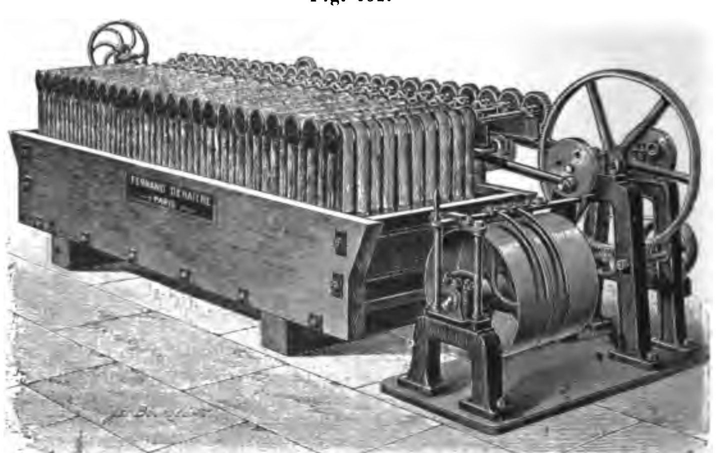
Dans la *machine R. Gee* de Lindley, les écheveaux sont mis également sur des guindres à roues dentées. Mais leurs extrémités, au lieu de flotter librement, sont rattachées à des galets disposés sur un cadre placé au bas de la cuve; ce dispositif permet d'agiter les écheveaux dans le bain.

La nouvelle *machine à teindre les écheveaux* de M. F. Dehaître se distingue par une simplicité d'organes et une heureuse combinaison de mouvements qui en font une ma-

chine essentiellement pratique, d'un prix peu élevé, et je m'arrêterai un peu plus longtemps à la description de cette machine.

La machine représentée par la *fig.* 132 est construite pour des mises de 50^{kg} de coton. Elle comprend 25 guindres recevant chacun 2^{kg} de coton. Les guindres ont une forme triangulaire et sont montés sur des arbres en fer sur lesquels ils

Fig. 132.



Machine perfectionnée à teindre les écheveaux de M. Fernand Dehaître.

sont excentrés, cette forme triangulaire et cet excentrage ayant pour but d'ouvrir l'écheveau à chaque rotation du guindre de manière à faciliter la pénétration de la matière colorante. Les arêtes du guindre empêchent de plus le glissement de l'écheveau et assurent sa rotation dans le bain.

Les extrémités des arbres des guindres portent des pignons qui se commandent entre eux et la rotation des guindres est obtenue par une courroie avec tendeur qui relie la commande principale de la machine au guindre du milieu. L'ensemble des guindres est monté sur deux longerons métalliques formant chariot roulant sur des galets placés sur les bâtis de la machine; une bielle donne à ce chariot un mouvement de

va-et-vient d'amplitude réglable dans le sens de la longueur de la barque. Ce va-et-vient, ou gâchage, dans le bain de teinture, assure un mélange parfait du bain, une répartition égale de la matière colorante et l'uniformité des teintes; de plus, ce mouvement de gâchage sépare les fils et permet à la teinture de pénétrer intimement toutes les parties de l'écheveau. La commande de la machine est munie d'un changement de marche avec débrayage à la main. Cette disposition peut paraître préférable au renversement de marche automatique dont d'autres machines sont pourvues, car elle permet à l'ouvrier, s'il aperçoit un nœud qui se forme dans les écheveaux, de renverser immédiatement les sens de rotation, et le nœud se défait de lui-même.

La machine se complète par un mouvement de relevage de l'ensemble des guindres qui permet de sortir les écheveaux du bain pour les opérations de déchargement et de chargement des écheveaux.

Ces opérations sont facilitées par la disposition des guindres complètement dégagés d'un côté de la machine; le chariot est équilibré pour balancer le poids des écheveaux mouillés et le déversement est rendu impossible par des galets servant de guides. La barque est complètement indépendante de la machine et ses dimensions aussi réduites que possible permettent de teindre à bains courts. Elle est munie d'une disposition spéciale permettant d'écarter les écheveaux du bord antérieur de la barque pour pouvoir brasser énergiquement les bains avant abatage. Cette disposition a son importance pour les bains d'aniline qui requièrent un mélange parfait.

La machine se fait avec guindres et barques en bois pour les teintures à froid en noir d'aniline, et avec guindres cuivre et barque doublée de cuivre pour les teintures à chaud en rouge, couleurs claires et pour les savonnages.

Au lieu de disposer les guindres en séries longitudinales, plusieurs inventeurs les ont placés radialement dans une cuve circulaire. *A priori,* ce dispositif laisse à craindre que la teinture offre des inégalités, car le bain est exposé à ne pas garder la même composition au centre qu'à la périphérie,

puisqu'au centre une même quantité de liquide doit servir à teindre une masse plus grande de matière. Cependant, parmi ces machines, la machine Grandsire a eu beaucoup de succès.

La *machine Grandsire fils* de Bolbec est représentée

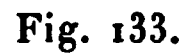
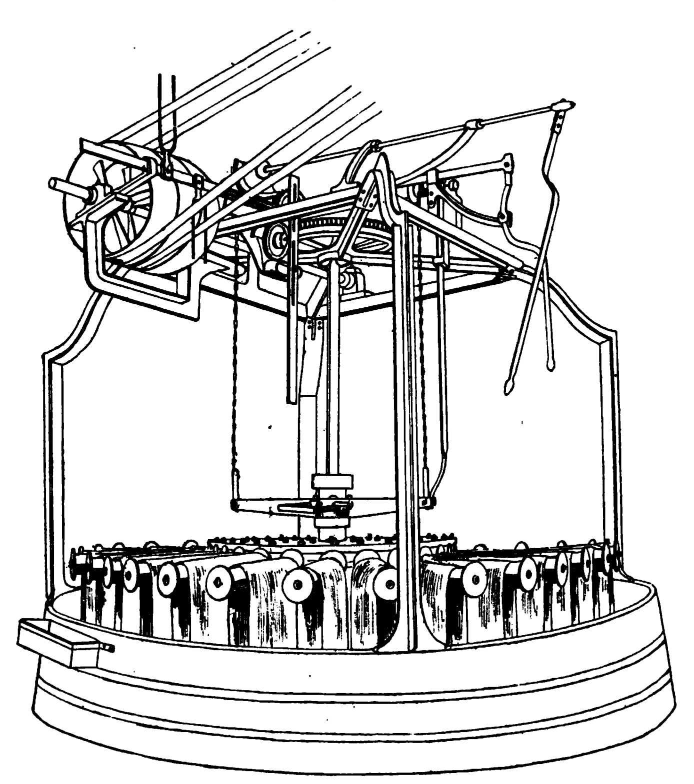


Fig. 133.



Machine à teindre les écheveaux Grandsire fils.

(*fig.* 133). Elle se compose d'une cuve ronde, au centre de laquelle se trouve un petit cuvot servant à recevoir un plateau garni d'une couronne dentée; au centre du plateau, existe une crapaudine pour recevoir le bout de l'arbre de commande. Les colonnes placées à égale distance soutiennent la

commande, servent à porter tout le mouvement de la machine pour son fonctionnement circulaire et ascensionnel; le mouvement ascensionnel s'obtient au moyen de deux pouliots d'enroulement. La machine a 18 guindres. Elle fait un demi-tour par minute, et durant ce parcours elle actionne les bras six fois. Les porte-écheveaux ont une section triangulaire.

3° Machines à lissoirs sériés.

La plus ancienne est la *machine Deshayes* de Rouen. Les lissoirs ont une section triangulaire avec une des faces arrondie; ils portent à une extrémité une petite roue dentée qui alterne d'extrémité pour deux lissoirs successifs. Une chaîne de Vaucanson circule le long de la cuve, des deux côtés, et imprime à chaque lissoir un mouvement de rotation qui est de sens contraire du voisin pour deux lissoirs consécutifs. Un châssis supporte tous les lissoirs; on peut l'élever ou l'abaisser au moyen d'une crémaillère mue par une manivelle et par une roue d'angle.

Dans la *machine Pitt*, les lissoirs sont sur un cadre qui peut être soulevé. Leurs extrémités reposent dans les fourchettes d'une plate-bande, laquelle, par le moyen d'un système complexe de leviers, fait tourner autour de chaque lissoir une planchette en vue d'effectuer le déplacement de l'écheveau. Cette machine a eu du succès en Angleterre pour la teinture de la laine.

Dans la *machine Broadbent*, les bâtons porte-écheveaux sont disposés dans le sens de la longueur de la cuve, alors que, dans toutes les machines citées jusqu'ici, ils étaient mis en travers, comme ils le sont dans la teinture à la main. Ces lissoirs, en bois, sont supportés sur un châssis de même matière, très léger, disposé également au-dessus du bac. On y place les écheveaux; puis on passe dans ceux-ci des rouleaux inférieurs, qui sont en cuivre, et ont leurs extrémités un peu évasées pour empêcher les fils de s'échapper. Chacun des rouleaux supérieurs porte à son extrémité de droite un carré sur lequel est calée une petite roue dentée. Ces roues engrènent l'une dans l'autre et reçoivent leur mouvement d'une roue dentée. Les écheveaux sont immobiles dans le bain. Dès que l'on remonte le châssis porte-rouleaux, les petites roues dentées des rouleaux viennent en contact avec

la roue du montant qui leur transmet le mouvement de rotation. Suivant les besoins, on peut soulever les écheveaux à des intervalles réguliers ou non.

La *machine Al. Smith* a eu un grand succès en Amérique. Les écheveaux sont placés sur des porte-écheveaux spéciaux, dont la section est en U. Ils sont saisis successivement par deux bras mécaniques à levier : ils sont soulevés au-dessus de la cuve, et remis sur le porte-écheveaux après avoir été retournés bout à bout. L'ensemble des porte-écheveaux est porté par un châssis-chariot, qui le fait voyager d'un bout à l'autre du bac; ce mouvement assure le mélange parfait du bain. Quand l'opération est terminée, le cadre est enlevé et placé sur un wagonnet spécial.

4° Machines à mouvement de transport des écheveaux.

La *machine à teindre les écheveaux de M. César Corron,* de Saint-Étienne est l'une des plus intéressantes qui aient été construites, comme perfectionnement des mécanismes (*fig.* 134). Elle est basée sur la reproduction mécanique et absolue des mouvements donnés par l'ouvrier. Les écheveaux circulent automatiquement dans et au-dessus de la barque de teinture, et y reçoivent un mouvement de lissage. Ces résultats sont obtenus au moyen de deux chariots, rendus mobiles le long des deux côtés de la barque au moyen d'une vis sans fin, avec changement de marche automatique. Sur les rebords de la barque, des plates-bandes portent une succession d'évidements destinés à recevoir les bâtons des écheveaux. Les deux chariots en se déplaçant font tourner deux disques à bras; à l'extrémité de chacun de ces bras se trouve un galet à fourchettes; ces galets sont guidés dans leur course supérieure par une glissière demi-circulaire. Lorsqu'une paire de ces galets arrive en face des extrémités d'un des bâtons reposant dans les évidements, ils saisissent ces extrémités, les soulèvent, les font glisser tout le long de la glissière demi-circulaire, les déposent dans un autre évidement à $0^m,60$ en arrière de celui que le bâton vient de quitter. Pendant ce mouvement, les bâtons reçoivent un mouvement de rotation qui fait se retourner les écheveaux. Les bâtons porte-écheveaux ont une forme spéciale. Ils sont formés d'un bâton ordinaire avec un petit cadre rectangulaire placé en

dessous. Lorsque le bâton tourne, ce cadre vient soulever l'écheveau, et produit son déplacement. Lorsque les chariots sont arrivés à l'extrémité de la cuve, des leviers équilibrés butent contre des tampons et, en se renversant, déplacent automatiquement le sens du mouvement. La *fig.* 134 donne la vue de cette machine perfectionnée.

Dans la *machine E. Decock*, de Roubaix, les porte-écheveaux sont formés de règles en bois excentrées par rapport aux axes; ils se terminent par des pignons dentés. Des chaînes sans fin à buttoirs conduisent les écheveaux d'un bout à l'autre du bac, puis les soulèvent, les entraînent au-dessus horizontalement et les font redescendre dans le bac à l'autre extrémité. Durant ce transport, les pignons rencontrent une crémaillère qui détermine le renversement de l'écheveau. Un ascenseur permet de soulever tous les écheveaux ensemble.

Dans la *machine Mac Kay*, construite par MM. W. Whiteley and sons, les écheveaux sont portés par de longs bâtons munis à leurs extrémités de roues dentées pour recevoir un mouvement de rotation continue. Les bâtons sont transportés au-dessus du bac de teinture par une chaîne sans fin qui circule le long d'un châssis soutenu par quatre montants verticaux.

5° Machines à rotation.

La *machine Klauder* est représentée en vue par la *fig.* 135. Les écheveaux sont placés entre deux roues qui viennent les plonger successivement dans le bain de teinture; pour cela, les bâtons porteurs sont fixés par leurs extrémités dans des encastrements disposés sur les roues; ces encastrements se prolongent au delà de l'un des plateaux et portent quatre saillies qui servent à leur donner un mouvement de rotation. La machine teint en 10 heures 500^{kg} de fil de coton. Elle a été employée avec succès en Amérique, en Angleterre et en Allemagne.

Dans la *machine Collyer*, les écheveaux sont disposés entre deux plateaux, mais du centre à la périphérie.

La *machine Sykes et Heppenstall* présente une particularité intéressante : c'est la façon dont est assuré le mouvement de rotation des écheveaux sur eux-mêmes. Les écheveaux

Fig. 134.

B. DELAYE - LYON.

Machine perfectionnée à teindre les écheveaux, système César Corron.

sont placés sur des bâtons entre deux roues, comme dans la machine Klauder; d'autres lissoirs les tiennent tendus. Les lissoirs de suspension portent vers leur milieu des disques



Fig. 135.

Machine à teindre les écheveaux, système Klauder.

pesants, dont le centre ne coïncide pas avec l'axe des lissoirs, en sorte que ces disques pesants restent toujours sous l'action de la pesanteur dans la même position, et forcent ainsi les lissoirs à tourner sur eux-mêmes, tandis que la machine poursuit son mouvement de translation.

6° Machines à immersion.

La machine *A. Wilson* de Paisley est l'une des meilleures. Elle se rattache en quelque sorte aux machines à rotation, car elle consiste essentiellement en un tourniquet à quatre bras que l'on fait tourner; les écheveaux sont placés entre les bras et vont de l'un à l'autre.

Dans la *machine Gillet et fils,* de Lyon, les bâtons garnis d'écheveaux sont placés sur un châssis et tendus fortement en éloignant, au moyen de crémaillères, les deux râteliers sur lesquels sont mis les bâtons; l'ensemble est porté tout entier dans la cuve. Durant les opérations, le châssis peut recevoir un mouvement d'oscillation, au moyen d'une manœuvre de leviers.

7° Machines à circulation du liquide.

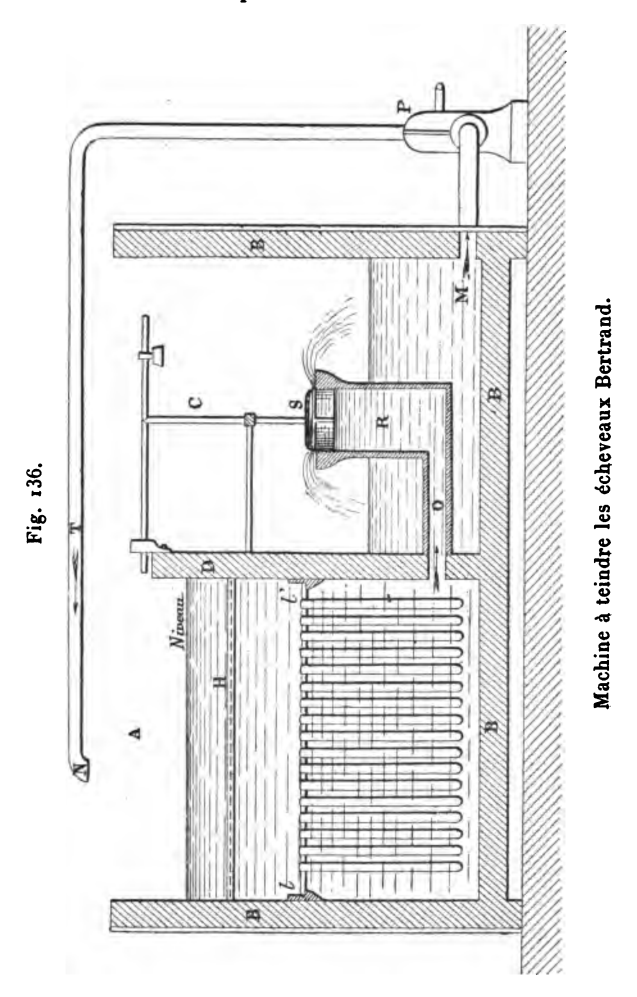
La *machine à teindre les écheveaux de M. Bertrand* est basée sur un principe tout différent de ceux qui ont inspiré les machines précédentes. Ce n'est plus l'écheveau que l'on déplace, c'est le bain que l'on fait circuler. Dans cet ordre d'idées, je ne serai pas éloigné de croire que l'avenir nous réserve plus d'une surprise; il nous démontrera peut-être que la teinture des fibres textiles en écheveaux n'exige pas absolument que les écheveaux reçoivent dans la machine les mouvements compliqués que l'ouvrier leur donne dans la teinture à la main. En principe, ne suffit-il pas que la fibre soit bien nette, et que le liquide tinctorial, de composition homogène, la pénètre à fond, en restant homogène, de façon que la teinture ne présente pas d'inégalités ?

Dans la machine Bertrand (*fig.* 136), la cuve est partagée en deux parties; l'une A reçoit les écheveaux disposés sur des bâtons parallèles *ll'*; l'autre C reçoit le liquide colorant. Une pompe P fait circuler le liquide du bac par le tuyau M, à la partie supérieure du bac A, par le tuyau T; la soupape S maintenue par un contrepoids et le tuyau coudé OR servent à maintenir dans le bac A un niveau minimum pour le liquide. En cas de trop-plein, le surplus déborde au-dessus de la cloison D. Une plaque perforée H répartit également le liquide.

Enfin la teinture mécanique des écheveaux peut être réalisée en les disposant par lits dans des récipients perforés et

en plaçant ceux-ci dans les machines à circulation décrites dans l'une des sections précédentes.

Fig. 136.



Machine à teindre les écheveaux Bertrand.

Pour teindre, par exemple, les écheveaux avec la machine Schmidt (*fig.* 92), on les place dans la cuve par couches successives, en ayant soin que les écheveaux d'une couche soient en croix avec les écheveaux de la couche précédente : précaution recommandée pour éviter qu'il ne se forme des

canaux dans la masse à teindre. Les écheveaux ne doivent pas être trop fortement pressés. En prenant ces précautions, dit M. E. Knecht, il en résulte toujours une teinture parfaitement égale.

SEPTIÈME SECTION.

TEINTURE DES TISSUS.

Les machines à teindre les tissus consistent essentiellement en cuves de teinture avec cylindres entraînant mécaniquement le tissu dans le bain de teinture et cylindres exprimeurs. Le tissu entre par une des extrémités et sort par l'autre; il passe soit au large ou à plat, soit en boyau si l'on n'a pas à craindre les plis.

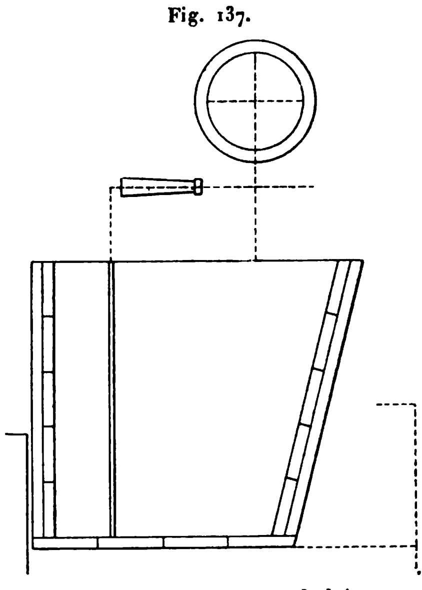
Description sommaire des principales machines. — Les traquets et machines qui en dérivent, les foulards, les jiggers, les machines à teindre à la continue sont les classes auxquelles on peut rattacher ces machines.

1° Traquets et machines qui en dérivent.

La machine à teindre les tissus la plus simple est le *traquet.* Il se compose d'un bâti avec un tourniquet carré, ou un asple garni de lattes, ou un rouleau, de dimensions variables ayant $0^m,50$ à $0^m,70$ de diamètre, et mis en mouvement par une poulie, ou à la main. Une lame de bois munie de chevilles, pour guider le tissu lorsqu'il passe en boyau, se trouve en avant. Pour y teindre le tissu, on coud les extrémités de la pièce en passant d'abord le chef autour du tourniquet au-dessus du bain, on enfonce la pièce avec des bâtons dont l'extrémité est arrondie. La pièce ne fait souvent qu'un tour sur l'appareil. La *fig.* 137 donne le schéma d'un traquet pour tissus de laine. La cuve, placée en dessous, a $0^m,90$ au fond, $1^m,40$ à $1^m,60$ au haut, 2^m de long et $1^m,25$ de haut. Les parois ont $0^m,06$ d'épaisseur. Une cloison pour tube de chauffage et extraction réserve un compartiment séparé de $0^m,22$ de large. On enfonce cette cuve avec avantage dans la terre à $0^m,85$ de profondeur. On adapte parfois soit une tournette, soit des rouleaux de tension. Le traquet simple est l'une des

machines encore les plus employées pour la teinture des tissus de laine. Il est parfois muni de deux tourniquets. La

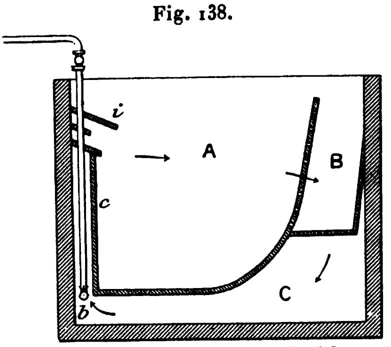
Fig. 137.



Cuve à teindre les tissus de laine.

fig. 138 donne le schéma de la *cuve système S. Smithson* dont

Fig. 138.



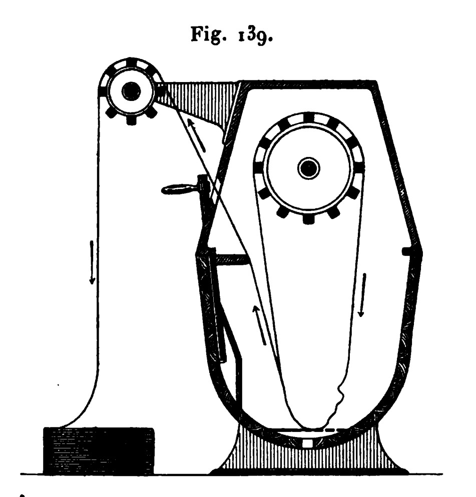
Cuve de teinture système S. Smithson.

il a déjà été parlé, page 124. Le tissu se dispose avantageuse-

ment en spirale dans une cuve ovale, surtout lorsqu'il s'agit de tissus de coton; cette disposition est celle de la *cuve à spirale de MM. Mather et Platt*, en cuivre, avec râteau à guides pour coton en boyau.

La disposition en spirales est aussi celle que prend le tissu dans les cuves à garancer et les cuves à teindre en noir. La *cuve à garancer de M. Em. Welter* (*fig.* 139) est une cuve

Fig. 139.

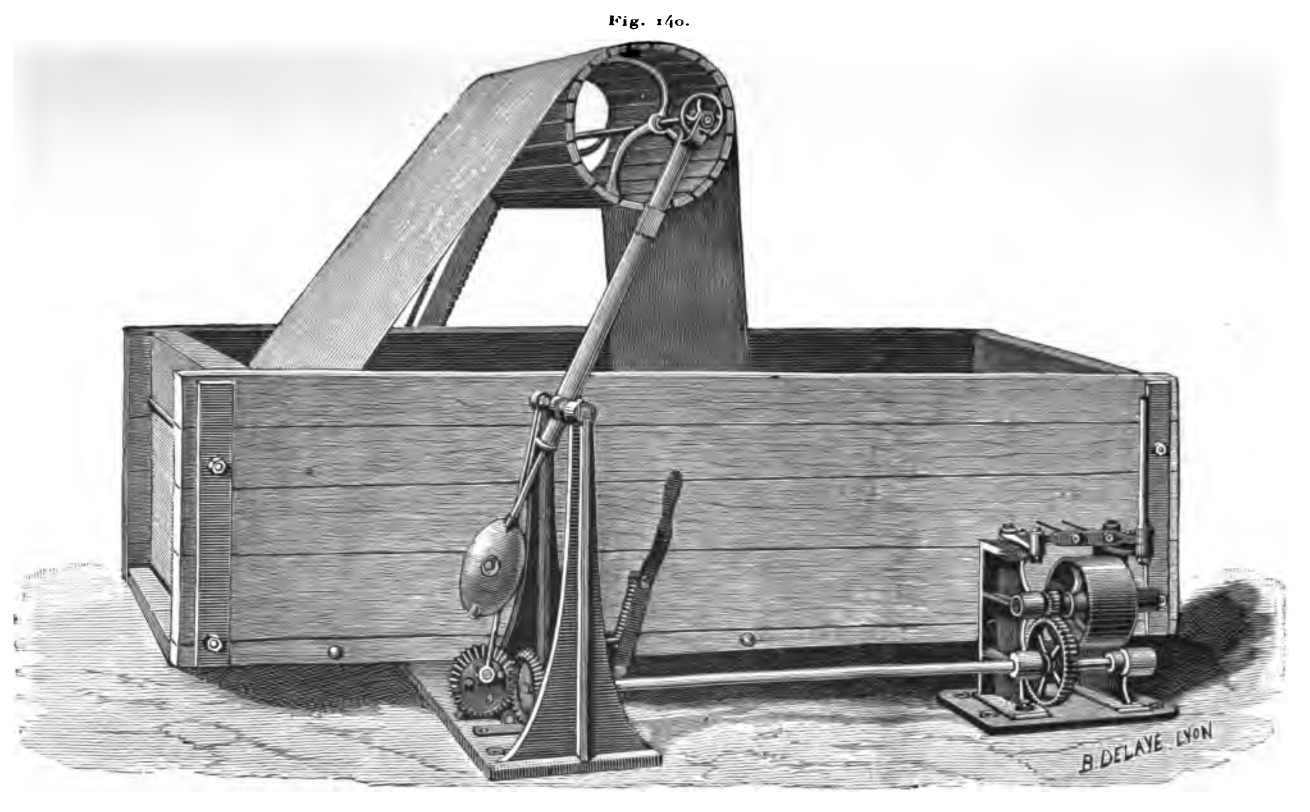


Cuve à garancer de M. Em. Welter.

en bois surmontée d'un traquet, muni à l'extérieur d'une manivelle pour pouvoir au besoin le faire marcher à la main. Dans le fond de la cuve, un tuyau en cuivre perforé avec robinet pour l'admission de la vapeur sert à chauffer le bain; ce tuyau est isolé par une cloison trouée pour éviter le contact du tissu. Également au fond se trouvent un rouleau en bois pour guider la pièce et une soupape de vidange. Au milieu de la cuve existe un râteau en bois à neuf dents pour séparer le tissu. Un couvercle en bois avec panneaux à charnières en fer permet d'ouvrir ou de fermer la cuve. A la sortie, un dévidoir d'appel ou tournette repose sur un support relié aux deux côtés du bâti. Cette machine fait 40 tours à la minute.

La *cuve pour finir la teinture en noir, en boyaux, de M. Tul-*

Fig. 140.



Machine à teindre au large, système César Corron

pin est analogue à la cuve à garancer. S'il se forme un nœud, le tissu fait tourner le râteau à guides, et l'axe du râteau déclenche la transmission.

La forme ovale que ces cuves présentent a l'avantage de nécessiter moins d'eau et de chaleur que la forme carrée.

La *machine de la Zittauer Maschinenfabrik,* pour tissus de coton, possède une cuve rectangulaire; le tourniquet se déplace automatiquement au-dessus de la cuve dans le sens de la longueur, en enroulant ou déroulant le tissu.

Dans la *machine Corron à teindre au large* (*fig.* 140), le tourniquet est porté sur des bras oscillants au-dessus d'une cuve rectangulaire.

2° Foulards.

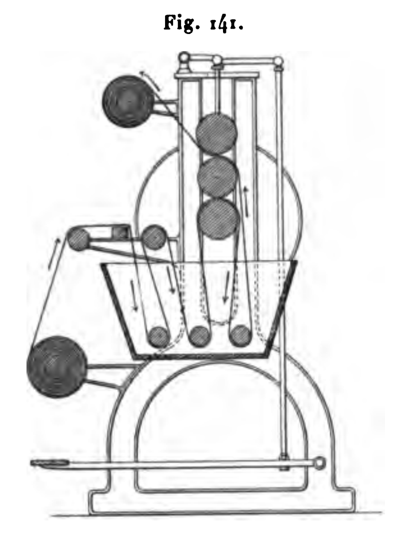
Les *foulards,* ou machines à foularder, consistent en un bac de 80 à 100 litres, ou une bassine de petites dimensions, avec rouleaux entraîneurs disposés sur deux bâtis en fonte. Le rouleau inférieur reçoit le mouvement; le rouleau supérieur est entraîné en sens inverse; on peut augmenter la pression au moyen d'un levier. Le tissu passe à la continue; on peut y passer 144 pièces de coton de 100^m en 10 heures. On nomme aussi, dans les ateliers, *foulards* l'ensemble des deux cylindres de pression. Les foulards à petits bacs servent surtout à la teinture des tissus de coton en teintures légères en employant des solutions concentrées. Ils servent également au mordançage et au lavage.

La *machine à foularder à trois rouleaux de M. Em. Welter* (*fig.* 141) pour tissus de coton possède trois rouleaux logés entre les bâtis en fonte; celui du milieu, de $0^m,18$ de diamètre, en fonte avec enveloppe en laiton; le supérieur et l'inférieur de $0^m,15$ avec chemise en caoutchouc. La bassine à couleur en cuivre renferme trois rouleaux guide-pièce. Le tissu, en entrant dans la machine, passe sur un rouleau à cliquet de tension, puis par des embarrages, entre dans le bain, y passe deux fois, vient s'engager entre le rouleau inférieur et celui du milieu, replonge dans le bain, y remonte entre le rouleau du milieu et le rouleau supérieur; enfin est enroulé. Le tissu s'imbibe trois fois et s'exprime deux fois. La double pression est à leviers. La machine fait 80 tours par minute.

Les *foulards* à bacs plus grands servent à teindre ou à

dégorger au large les tissus de laine. Les foulards simples ont une paire de rouleaux ou roules, mais les foulards les plus employés en ont deux. Les roules de dessous sont en fonte, ceux de dessus en bois. Les roules en fonte ont 0m,40 de diamètre; ceux en bois 0m,50; leur longueur est 1m,60 ou 2m,30. Dans la barque, des rouleaux en cuivre servent à conduire l'étoffe. Les roules en fonte commandent ceux en bois, et sont enveloppés d'une toile un peu plus large que les étoffes

Fig. 141.



Machine à foularder à trois rouleaux de M. Em. Welter.

auxquelles on les attache au moyen d'une longue aiguille en cuivre. Faire passer la pièce d'un roule à l'autre, c'est lui donner un tour de foulard.

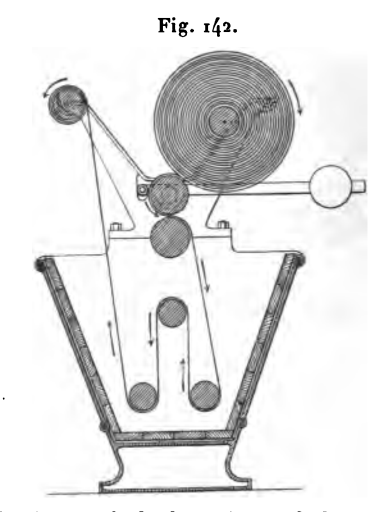
3° Jiggers.

La machine la plus usitée aujourd'hui pour la teinture des tissus est le *jigger*. Il est employé pour teindre au large ou à plat, en couleurs foncées, les tissus de coton et les tissus de laine, le mieux par plusieurs passages dans des bains étendus. La teinture y est facile à surveiller, et, comme le tissu sort sans être exprimé, la teinture pénètre mieux à fond; enfin, on utilise mieux la matière colorante.

Le jigger est une cuve trapézoïdale en bois ou en fonte à rouleaux guides disposés en haut et en bas de la cuve, trois roulettes en haut, deux roulettes en bas. Il est pourvu de tuyaux d'amenée, de vidange, de chauffage. Deux supports en fer soutiennent au-dessus de la cuve les deux cylindres autour desquels le tissu s'enroule. La pièce est guidée par un fournisseur et un tendeur, elle est attachée à un doublier de plusieurs mètres, afin que ses extrémités pénètrent dans le bain. On peut y passer, sans pression, une fois 180 pièces de coton de 100 mètres en une heure. Les roulettes sont en cuivre, en bois ou en caoutchouc.

Le *jigger simple avec foulard exprimeur de M. Em. Welter* de Mulhouse (*fig.* 142) est composé d'un bac en pitch-pin

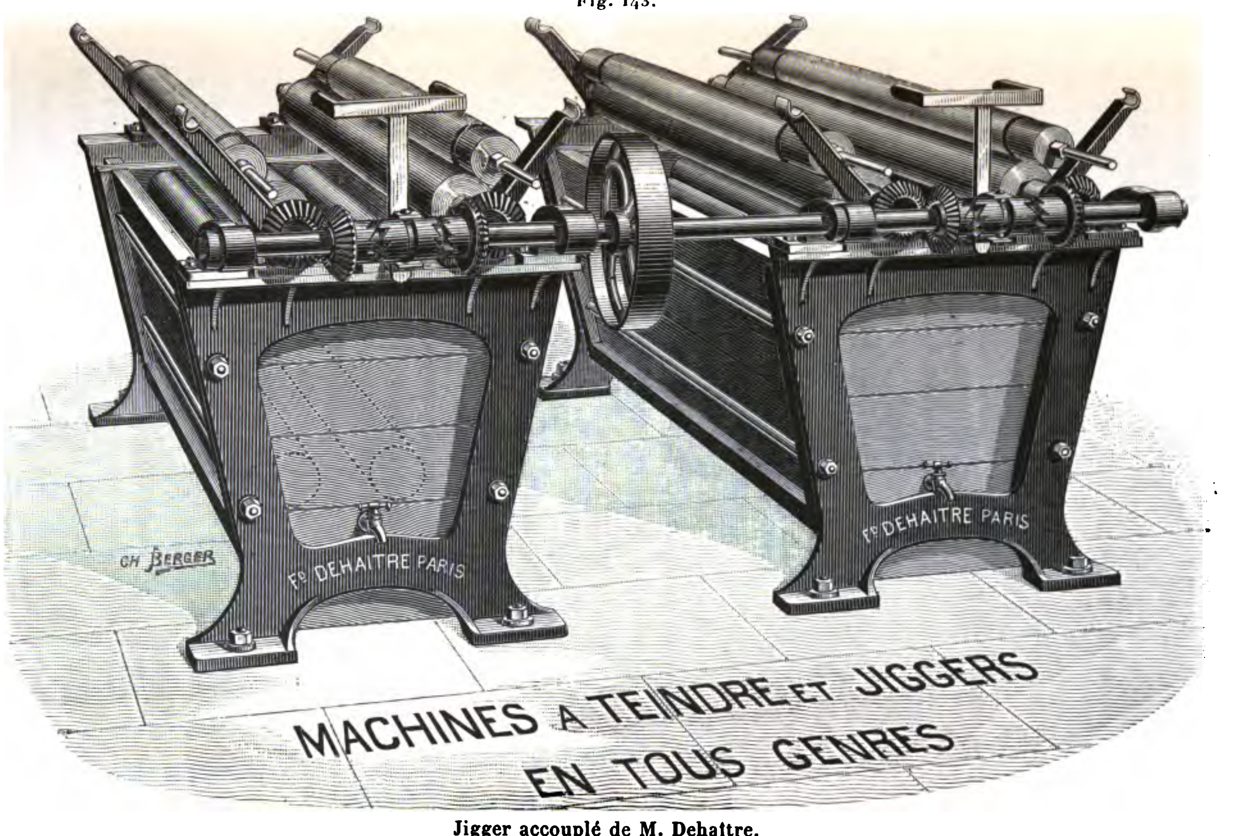
Fig. 142.



Jigger simple avec foulard exprimeur de M. Em. Welter.

avec encadrement en fonte. Il comprend trois rouleaux guide-pièce en cuivre rouge; une soupape de décharge existe au fond. Des supports fixés sur le bac logent un foulard exprimeur à deux rouleaux en fer de 150^{mm} de diamètre, le supérieur garni de cuivre rouge, l'inférieur de caoutchouc, à pression par leviers. Un cône à friction mobile par vis sans secousse et volant à bras assure le mouvement de changement de

Fig. 143.



Jigger accouplé de M. Dehaître.

marche et l'enroulage alternatif sur des supports inclinés. Ce jigger fait 75 tours à la minute.

Le *jigger simple à mouvement d'appel* diffère du précédent en ce que les supports fixés sur le bac logent, au lieu d'un foulard exprimeur, un rouleau d'appel en fer avec chemise en cuivre rouge.

Le *jigger double* comporte dans son réservoir cinq roulettes guide-pièces.

Le jigger à batteur de Sir Farmer sera décrit à la section du lavage.

C'est avec grand avantage qu'on combine ensemble deux jiggers (*fig.* 143), principalement pour les nuances claires et délicates.

Une disposition de jigger avec pression déplaçable due à M. F. Dehaître, permet d'employer le jigger avec mouvement d'appel pour les divers passages en teinture et avec exprimeur pour le passage final. A cet effet, un rouleau de fonte garni de caoutchouc, et monté sur un levier, peut à volonté être amené au contact de l'un ou l'autre rouleau attracteur pour former foulard exprimeur.

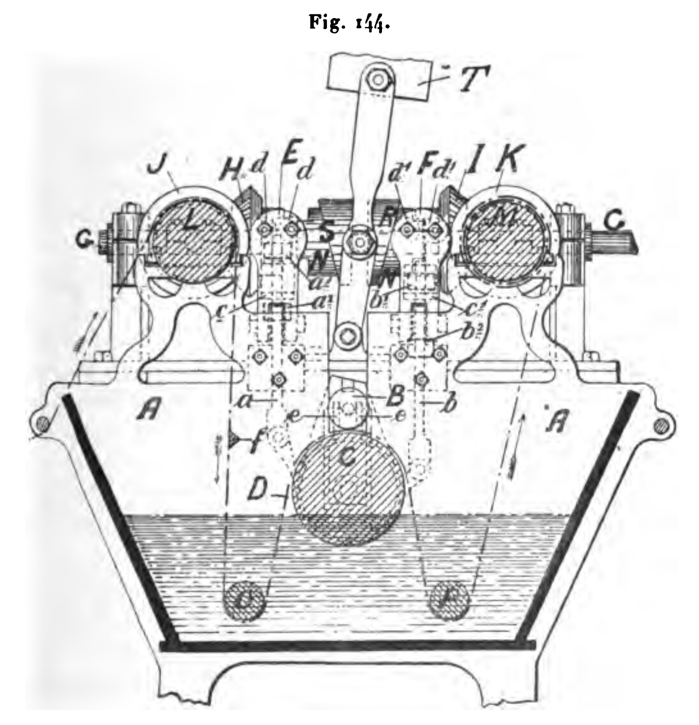
Pour faire passer en sens inverse le tissu dans le jigger, il faut débrayer. Les jiggers ont souvent leur renversement de marche automatique. La *fig.* 144 donne le détail du dispositif appliqué dans la *cuve de M. Th. Fawcett* (¹).

Chaque extrémité de la pièce se prolonge par un doublier d'une certaine longueur et qui comporte une barrette triangulaire transversale *f*. La position de ces barrettes est calculée de telle manière, qu'elles se trouvent dans le plan horizontal passant entre les cylindres B et C, alors que le doublier se trouve enroulé sur l'un des tambours L ou M. Lorsque la barrette *f* arrive à la hauteur de la ligne de tangence des presseurs B et C, le manchon d'accouplement N, qui est mobile et susceptible d'engrener avec l'un des deux pignons H ou I qui eux engrènent avec les pignons S et K calés sur les axes des rouleaux d'enroulement et de déroulement L et M, à ce moment, est poussé vers la droite, pour provoquer l'engrènement du pignon I avec celui K, ce qui met le tambour M en mouvement pour enrouler le tissu. Au moment où la barrette *f* du doublier terminant la pièce de l'autre côté arrive entre les cylindres B

(¹) L'*Industrie textile*, 1888, p. 637.

et C, le premier est soulevé par l'effort que fait cette barrette pour passer. L'effort se prolongeant, la barre *b* cède de son côté et la pièce F qui la termine et qui est logée dans une rainure R du manchon N provoque le retour en arrière de celui-ci, ce qui a pour effet de dégréner

Fig. 144.



Jigger de M. Fawcett.

les pignons I et K et comme conséquence d'engréner les pignons opposés H et J, ce qui occasionne le renversement de la marche de la pièce. Cette dernière se déroulera de M pour s'enrouler en L jusqu'à ce que la première barrette, à son tour, renverse le mouvement à nouveau au moyen des organes *a*, E, S, semblables aux précédents, et ainsi de suite tant qu'il est nécessaire.

Dans le *jigger Glover,* une barre horizontale est reliée à chacun des rouleaux supérieurs au moyen d'une toile souple. Lorsque la pièce finit de s'enrouler sur l'un des rouleaux,

TROISIÈME PARTIE.

OPÉRATIONS QUI SUIVENT LA TEINTURE.

Les principales opérations que j'étudierai sont : le lavage, l'essorage, le séchage. Je dirai quelques mots aussi des machines à savonner et huiler, à vaporiser et oxyder, enfin des machines d'apprêt.

PREMIÈRE SECTION.

DU LAVAGE.

Le lavage a pour but d'enlever l'excès de couleur non fixé (rinçage de la laine, dégorgeage du coton) ou l'excès de mordant non fixé (dégorgeage de la laine). Il a parfois pour but de fixer le mordant : c'est le cas, par exemple, du lavage des soies alunées dans une eau calcaire.

En thèse générale, tous les appareils qui s'emploient pour la teinture des différentes fibres peuvent l'être également pour leur lavage.

Lavage des poils, des rubans, des bobines, des cannettes et des chaînes. — Les matières en poils se lavent à la main, ou dans des paniers, le mieux en eau courante. La laine en poils se lave aussi dans les machines à laver ou à dégraisser qui ont été étudiées p. 144 et suivantes.

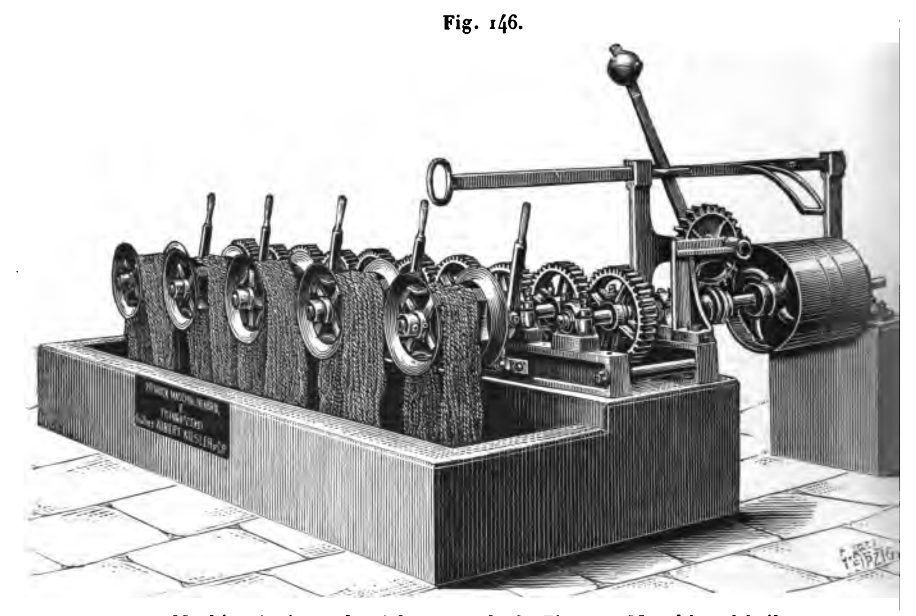
Les matières en rubans, en bobines, en cannettes, en chaînes se lavent dans les machines elles-mêmes qui ont servi à les teindre ; on fait simplement passer un courant d'eau, à la suite de la teinture.

Lavage des écheveaux. — Les écheveaux, principalement

ceux de laine, se lavent à la main; le mieux est de se servir d'une eau courante. Pour les écheveaux de coton, il est économique d'employer des machines qui permettent d'arriver à une production puissante.

Les machines à laver les écheveaux sont sans pression ou avec pression. La machine la plus simple consiste en un simple *tourniquet;* la disposition est la même que celle de la *fig.* 83; ou un ensemble de tourniquets ou de bobines portant des roues dentées et se commandant l'un l'autre, comme dans la *machine de la Zittauer Maschinenfabrik* (*fig.* 146). Les

Fig. 146.



Machine à rincer les écheveaux de la Zittauer Maschinenfabrik.

écheveaux reçoivent généralement un mouvement de rotation sur eux-mêmes et un mouvement de va-et-vient dans le bain.

Dans la *machine à laver les écheveaux système Langes de A. Wever* (*fig.* 147), l'une des meilleures connues, les 30 ou 40 bobines sont transportées dans le bain par une disposition circulaire de chaînes sans fin. Cette machine produit, avec

4 ouvriers, 2000^{kg} par heure. Elle demande un cheval-vapeur.

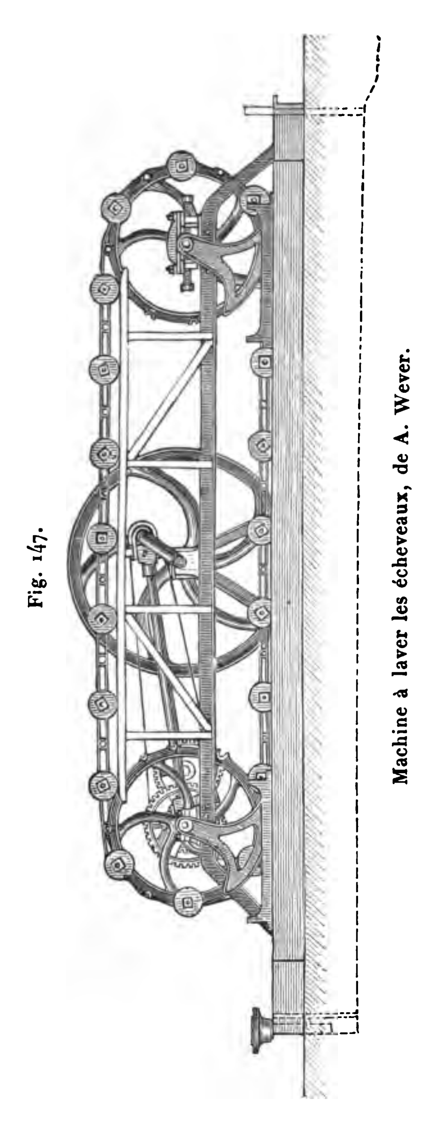


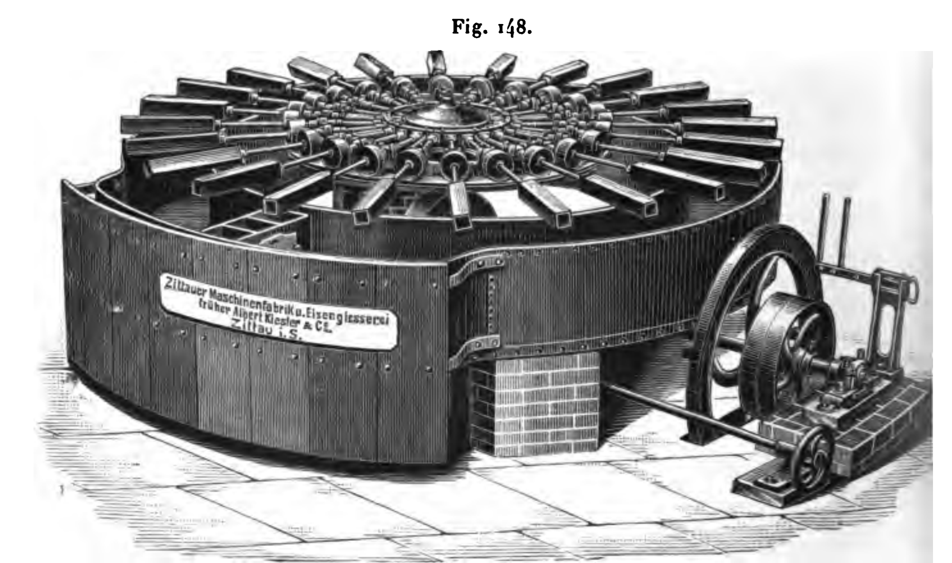
Fig. 147.

Machine à laver les écheveaux, de A. Wever.

Les bobines peuvent encore être disposées en série circulaire, comme dans la *machine circulaire à laver les écheveaux*

de la Zittauer Maschinenfabrik (*fig.* 148) ou dans la *machine*

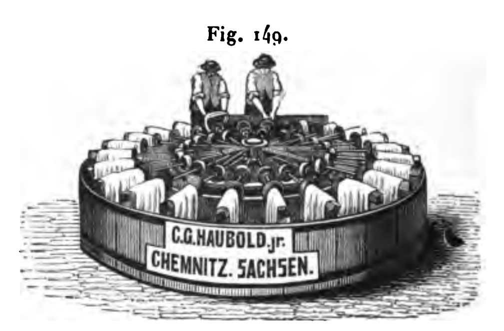
Fig. 148.



Machine circulaire à laver les écheveaux de la Zittauer Maschinenfabrik.

circulaire à laver et à rincer le fil, de Hauboldt (*fig.* 149), à 12 ou 24 bobines. Les bobines consistent en une tige en fonte

Fig. 149.



Machine circulaire à laver les écheveaux, de Hauboldt.

portant à son extrémité des rouleaux de cuivre à quatre angles. Un frein règle le degré d'avancement des bobines au cours de la marche.

Les machines les plus employées sont celles qui se rattachent au type Langes et au type circulaire. Ces dernières sont construites en France par MM. F. Dehaitre et Tierce.

Le courant d'eau pure doit arriver à la sortie de l'écheveau, afin de réaliser une sorte de lavage méthodique. On divise efficacement la cuve en compartiments séparés, qui renferment de l'eau de plus en plus pure.

Dans quelques machines, les écheveaux sont soumis à une projection directe d'eau. Dans la *machine à laver les écheveaux* à moteur direct, *système Jallas,* de F. Dehaître, les bobines ou chevilles, en porcelaine, présentent sur leur surface des cannelures au fond desquelles se trouvent des perforations par lesquelles on injecte de l'eau. La machine est double. Les bobines sont montées deux par deux sur un arbre commun qui porte au centre une roue dentée ; ces roues dentées reçoivent leur mouvement d'un arbre horizontal à éléments de vis sans fin.

Les *machines à laver les écheveaux systèmes Berthaut, Berchtold, Wansleben, etc.,* présentent la même disposition générale d'une double rangée de guindres en porcelaine sur lesquels on place les écheveaux.

Entre ces deux rangées, se trouve un arbre à engrenages pour donner aux rouleaux un mouvement alternatif en avant, puis en arrière. Des jets d'eau latéraux sortent de tuyaux perforés, l'un au-dessus des rouleaux, l'autre à côté, de façon à se trouver placés successivement dans la boucle de l'écheveau et à côté.

Ces machines à laver les écheveaux en s'aidant d'un jet d'eau sont surtout utilisées dans la teinture de la soie.

Un autre genre de machines comporte un système de battage.

Dans la *machine à laver les écheveaux, système Caron,* de M. F. Dehaitre, les écheveaux, toujours mis sur une bobine, sont battus par des marteaux de bois ronds, tressautant sur un arbre carré. Cette disposition est surtout avantageuse pour les blancs.

Dans la *machine* de MM. Boulieu et Charlieu, les guindres sont disposés aux quatre bras d'un tourniquet mobile autour d'un axe horizontal. Les écheveaux, placés sur les guindres,

viennent plonger successivement dans l'eau d'un bassin, après avoir frappé contre l'un des quatre plateaux d'une roue à palettes.

L'*appareil à laver et mordancer les écheveaux système Prévinaire,* déjà exposé p. 168, a été le principe de plusieurs machines à laver avec pression. La *fig.* 150 représente une

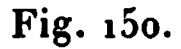


Fig. 150.



Machine à laver les écheveaux, de Hauboldt.

de ces machines, construite par M. Hauboldt. Elle est à 3 rouleaux en bois ou en cuivre, l'un au-dessus, les deux autres au-dessous; ceux du dessous sont cannelés; celui du dessus est poli; il repose par pression sur ceux du dessous, et peut se lever et s'abaisser dans son logement, de façon à permettre de placer ou d'enlever les écheveaux. Ces rouleaux sont terminés en pointe afin de faciliter la mise en place. Les écheveaux trempent à moitié dans l'eau d'une cuve. La machine représentée par la figure est construite double, soit à 6 rouleaux; elle travaille 4 écheveaux à la fois et peut produire 1000^{kg} en 10 heures.

Dans la *machine à laver les écheveaux de coton de A. Wenner,* 10 paires de rouleaux sont supportés par une table tournante de $3^{m},80$ de diamètre au-dessus d'une cuve ronde divisée en plusieurs compartiments. Les écheveaux sont placés sur le rouleau inférieur; le rouleau supérieur sert de presseur; les écheveaux sont agités dans l'eau par une lamelle en bois. La production est de 4000^{kg} par 8^{h}. La machine demande 5 chevaux-vapeur.

La *machine à laver les écheveaux de MM. Mather et Platt* consiste en une cuve longitudinale divisée en plusieurs com-

partiments. Au-dessus de la cuve, se trouve un rouleau compresseur, vis-à-vis duquel tournent deux arbres avec manchons garnis de cordes; une chaîne sans fin munie de crochets circule à la partie supérieure de la cuve. Les écheveaux sont placés sur le cylindre supérieur à l'une des extrémités de la cuve; ils sont entraînés automatiquement le long du cylindre, et subissent les différentes opérations du lavage, etc., tout en se trouvant comprimés régulièrement. A l'autre extrémité, ils sont repris, toujours automatiquement, par les crochets de la chaîne sans fin, et rendus à l'ouvrier. La machine peut travailler 200^{kg} à 300^{kg} de coton par heure.

Enfin les écheveaux sont quelquefois lavés dans des appareils qui se rattachent au wash-stock des foulonniers ou au tonneau oscillant des blanchisseurs.

Lavage des tissus. — Les tissus sont, mais rarement, lavés à la main, soit à l'eau courante, soit dans des pièces d'eau ou tables à rebords et à rouleaux mobiles, avec un petit foulard de compression.

La première condition d'un bon lavage est d'avoir beaucoup d'eau. On aide l'action de l'eau en comprimant, ou même en battant le tissu. Le lavage des tissus de coton, à la suite des teintures qui ont laissé des substances insolubles non fixées, réclame tout particulièrement des moyens énergiques. Celui des tissus de laine demande au contraire, généralement, un traitement plus doux.

Les principales classes de machines à laver les tissus sont les tourniquets, les clapots, les machines à laver au large, les foulards, les roues à laver et les cuves à la continue. Les tissus y passent soit au large, soit en boyau.

1° Traquets.

Le tourniquet ou *traquet* simple est surtout employé pour les tissus de laine légers et ceux de soie. Il peut être sans ou avec tension.

Pour les tissus de coton unis, on emploie quelquefois des machines à laver continues à deux ou trois traquets, placés au-dessus et dans l'intérieur du bain de lavage. Les traquets ont ordinairement six pans et 3^m à $3^m,50$ de long.

2° Clapots.

Le *clapot* est la machine la plus employée pour les tissus de coton, mais sa forme primitive a été considérablement modifiée. Il opère par compression.

Le *clapot simple* comprend deux rouleaux en bois, placés l'un au-dessus de l'autre et tournant en sens inverse. Ils ont 0^{m},50 de diamètre en général. On l'installe au-dessus d'une rivière ou d'un bassin en briques. Un rouleau d'appel, disposé au fond du bassin, maintient les plis, plis qui sont guidés par un râteau en bois avec chevilles. Le rouleau inférieur est parfois en cuivre. Le rouleau supérieur fait pression par son poids, ou au moyen soit de leviers, soit de vis de pression. Les rouleaux compresseurs sont garnis quelquefois de cordes en coton, en chanvre, en aloès, etc. Ces cordes pourrissent rapidement; M. Sifferlen leur a substitué avantageusement des lanières faites avec du drap de caoutchouc usé dont on ne peut plus se servir en impression. La machine à laver dite *clapot* a ordinairement 3^{m} de table.

Le *sautoir* est un clapot dont le rouleau supérieur porte des cannelures.

Le *clapot sauteur* possède un traquet dans le bassin. Le clapot à lanières est muni de lanières qui battent les tissus. Le *tambour de W. Birch* porte à la surface une série d'entailles dans lesquelles, pendant le mouvement, pénètrent successivement des barres qui dépassent de part et d'autre.

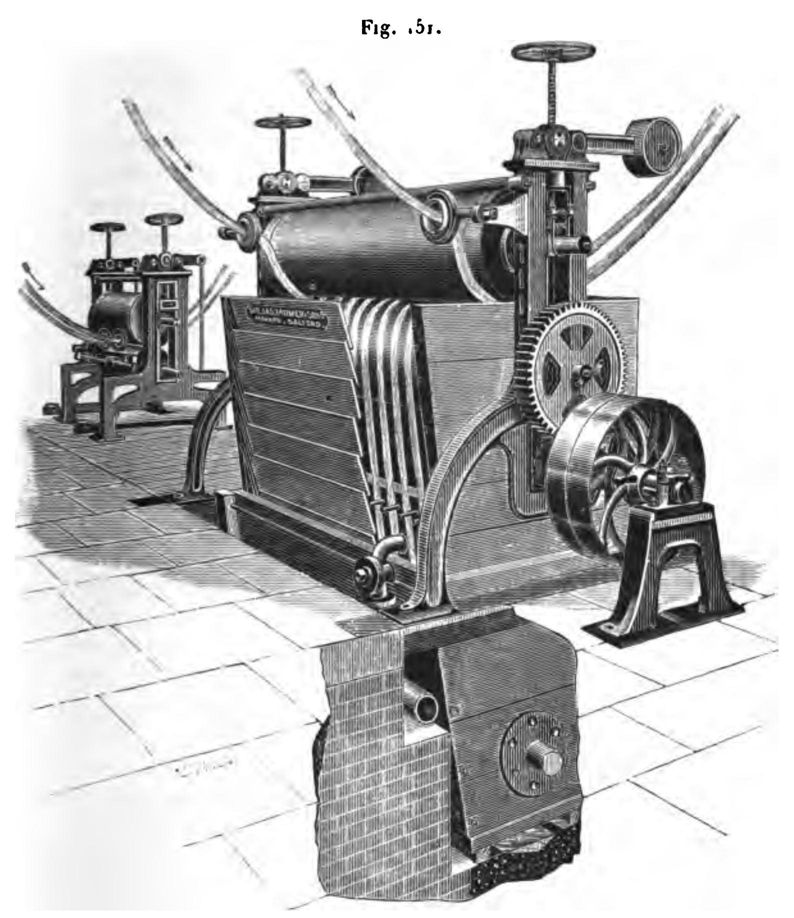
Décrivons également ici la machine à laver les tissus de coton en boyau de Farmer, le clapot Witz et Brown, le foulon et la rivière anglaise.

La *machine à laver les tissus de coton en boyau de Sir James Farmer and sons* est représentée par la *fig.* 151. Le tissu y fait 16 tours, il est guidé par des yeux en porcelaine et les chevilles d'un râteau.

Le *clapot Witz et Brown* se compose d'un cylindre horizontal en bois, de 0^{m},600 de diamètre, supporté par 2 bâtis, et d'un second cylindre en bois de 0^{m},400, posé librement et entraîné par simple frottement avec levier à contrepoids. Deux rouleaux d'appel régularisent l'entrée et la sortie. La pièce est battue contre des joues en bois par deux traverses

reliées par deux bras au bâti et mises en mouvement par deux bielles. La machine est posée sur un cours d'eau, une cuve en bois, ou un bassin en maçonnerie divisé en compar-

Fig. 151.



Machine à laver les tissus en boyau de Sir Farmer and sons.

timents de façon à avoir de l'eau plus propre. Un rouleau plongeur tourne librement dans l'eau et guide l'entrée de la pièce dans les battants; à ce rouleau est fixé un râteau incliné pour retenir la pièce et empêcher ses plis de se mêler. Le

fond du bassin est incliné. Les pièces font 20 fois le circuit à travers l'eau.

Le *foulon ou barque à dégorger* les tissus de laine est une barque en bois de sapin de 2^m de long, $1^m,10$ de large sur $0^m,80$ de haut. Deux montants en bois supportent au-dessus de la barque deux rouleaux en bois de $0^m,50$; le rouleau de dessous repose à $0^m,10$ du niveau de la barque, et celui de dessus roule sur le premier. L'axe du rouleau ou roule de dessus repose sur des coussinets à coulisse, ce qui lui permet de se lever selon l'épaisseur du tissu. A $0^m,30$ du roule du bas se trouve une barre cannelée, le guide, dont les cannelures empêchent le tissu de se déranger entre les rouleaux. En avant du foulon, un tourniquet ou rouleau à quatre ou six branches d'un diamètre plus petit que celui des rouleaux de compression, et tournant par conséquent plus vite qu'eux, a pour but de rejeter le tissu dans la barque sans qu'il puisse se coller ou se rouler. Un double fond à claire-voie, posé à 45°, forme un glacis sur lequel le tissu coule aisément.

La *rivière anglaise* est également destinée plus spécialement aux tissus de laine et de soie. Dans un premier bassin bétonné, on plonge, au sortir de la cuve, les pièces cousues bout à bout et un homme armé d'un bâton les agite vigoureusement dans l'eau. Les pièces s'engagent ensuite entre deux cylindres sous une pluie abondante. La rotation est lente, mais continue et l'action verticale de l'eau très efficace; toujours entraînés par le mouvement des cylindres, les tissus redescendent dans un deuxième bassin plus étroit, où l'eau se précipite par un tuyau à large section, et là ils reçoivent en quelque sorte un premier rinçage. De ce bassin les étoffes s'engagent de nouveau entre d'autres cylindres, toujours sous une pluie verticale, dont elles sortent enfin entièrement lavées. A leur sortie elles tombent dans de grands paniers à claire-voie : elles sont alors lissées, pliées et portées aux essoreuses.

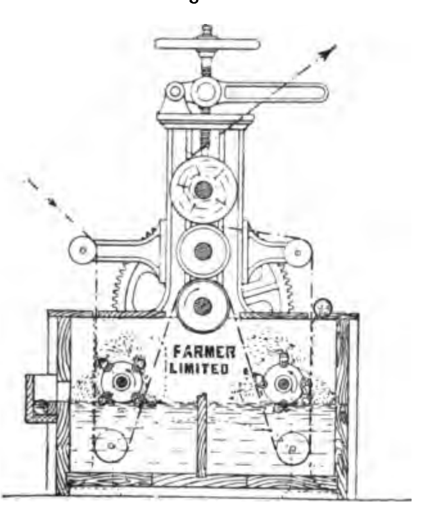
3° Machines à laver au large.

Elles comportent une ou plusieurs batteries étagées de moulinets à branches, qui tournent l'un vis-à-vis de l'autre sans se toucher et entre lesquels passe le tissu.

La *machine à laver au large de Sir J. Farmer* (*fig.* 152)



Fig. 152.



Cuve à laver à deux batteurs de Sir Farmer and sons.

a pour organes principaux une série de tubes fendus longitudinalement et munis à leurs extrémités de tourillons excentriques (*fig.* 153). Ces tubes forment augets. L'axe de rotation

Fig. 153.



Batteur de la cuve Farmer.

étant placé au-dessus de l'eau, les tubes viennent plonger et se remplissent d'eau. Lorsque ensuite ils arrivent en contact

avec la pièce, ils oscillent légèrement en arrière, en donnant un coup élastique au tissu, tandis que l'eau contenue dans les augets est projetée violemment sur et à travers le tissu. La quantité d'eau ainsi projetée est considérable (*fig.* 154).

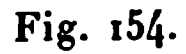
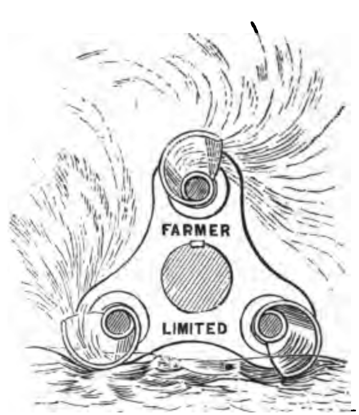


Fig. 154.



Coupe du batteur Farmer.

Le tissu est parfaitement ménagé. La *fig.* 152 montre une application de ces batteurs dans la caisse à eau d'une water mangle. Un autre batteur analogue, dû à M. Debiève et construit par M. F. Dehaitre, consiste en un tube perforé monté sur un axe de diamètre moitié moindre que celui du tube.

4° Foulards.

Les *foulards* ont déjà été décrits (p. 250), à propos de la teinture des tissus. A leur classe se rattachent le *dolly* pour tissus de laine (*fig.* 155), le foulard à laver les tissus de coton à trois rouleaux, la machine à laver au large les tissus de laine.

5° Les roues à laver.

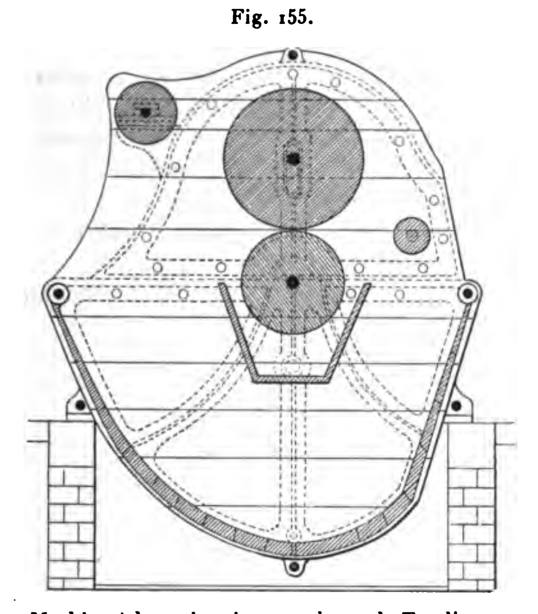
La *roue à laver* (dash wheel) consiste en un grand tambour divisé en compartiments, et dont la surface latérale est percée de trous. Elle dégorge énergiquement, mais les pièces s'emmêlent, subissent des frottements et la production est limitée.

6° Cuves à la continue.

Des machines à laver au large reposant sur la disposition

des cuves à teindre à roulettes (p. 256) conviennent pour de grandes productions, lorsqu'on veut avoir un rinçage parfait avec un minimum de dépense d'eau. Ces cuves sont à rouleaux de 250^{mm} de diamètre, habituellement divisées en plu-

Fig. 155.



Machine à laver les tissus au large de Tomlinson.

sieurs compartiments avec foulards de compression entre chacun. L'une des meilleures de ces machines est celle de Sir J. Farmer; elle est pourvue des batteurs décrits plus haut. On en verra la disposition plus loin à propos du savonnage.

Le lavage des tissus de coton à la suite du blanchiment s'effectue dans les appareils mêmes à blanchir, en y faisant passer un courant d'eau, jusqu'à ce que le liquide sorte clair.

Le lavage des tissus de laine, à la suite du foulage, s'effectue dans les appareils à fouler ou à dégraisser; le tonneau oscillant est employé pour de petits lots de tissus.

DEUXIÈME SECTION.

DE L'ESSORAGE.

Des différents procédés d'essorage. — Avant de sécher les matières qui sortent des bains de lavage, c'est avec un grand avantage qu'on enlève mécaniquement la plus grande partie de l'eau qu'elles contiennent puisqu'on économise ainsi une partie du charbon nécessaire au chauffage. Pour arriver à ce résultat, ou bien on les *tord* à la main ou à la machine, lorsqu'il s'agit d'écheveaux; ou bien on se sert de *machines à exprimer* ou *squeezers* ou de la *presse hydraulique;* ou bien on recourt à un essorage proprement dit au moyen des *hydro-extracteurs*.

Les quantités d'eau qui restent dans les fibres après les différentes actions mécaniques dépendent de la nature des fibres et de la puissance de l'action exercée.

D'après les recherches de Rouget de Lisle, un poids représenté par 1 de flanelle, calicot, soie, toile de lin, retient après tordage un poids d'eau égal à 2, 1, 0,95, 0,75; après l'action d'une presse puissante, 1, 0,60, 0,50, 0,40; et après l'essorage (la caisse de 0,8^{m} de diamètre faisait 500 à 600 tours par minute) 0,60, 0,35, 0,30, 0,25.

D'après M. Riesler, six pièces de coton humides, traitées au squeezer, pesaient après traitement 47^{kg},500; les mêmes pièces après essorage ne pesaient plus que 39^{kg},125. L'effet utile de la machine à essorer l'emportait donc sur celui de la machine à exprimer de 8^{kg},125 pour les six pièces, c'est-à-dire par cent pièces de tissu de coton de 138^{kg} d'eau. D'après M. J. Herzfeld, à qui j'emprunte ces données, l'économie au séchage, qui résulte de ce qu'on emploie dans le traitement préliminaire une machine à essorer plutôt qu'une machine à exprimer, correspondrait à 50^{kg} à 75^{kg} de charbon par cent pièces de tissu.

Voici maintenant, d'après J. Grothe, rapportées au pourcentage de l'eau totale, les quantités d'eau enlevées en 15^{m}, soit par le tordage, soit par l'expression, soit par l'essorage.

	Laine.	Soie.	Coton.	Lin.
Tordage pour pièces	44,5	45,4	45,3	50,3
Tordage pour fils	33,4	44,5	44,5	54,6
Expression pour pièces	60	71,4	60	73,6
Expression pour fils	64	69,7	72,2	83
Essorage pour pièces	83,5	77,8	81,2	82,8
Essorage pour fils	77,8	75,5	82,3	86

Du tordage. — Ce mode d'essorage est presque uniquement réservé aux écheveaux. Il peut se faire soit à la main, soit à la machine. A la main, l'écheveau est suspendu à une cheville fixe au-dessus d'un bassin destiné à recueillir le liquide qui s'écoule; puis on passe une cheville mobile entre les deux brins de l'écheveau restés libres, et on soumet l'écheveau à la torsion convenable. En abandonnant ensuite l'écheveau à lui-même, on le laisse se détordre et reprendre sa position primitive. On le retord de nouveau en changeant les points de contact avec les chevilles. A la machine, le système de tordage consiste généralement en un crochet fixe et en un crochet mobile. Il est adjoint fréquemment aux machines à teindre et à celles à mordancer (*voir*, entre autres, *fig.* 83 et 85).

Le système de tordage de *la machine de Robertshaw* consiste en deux crochets : l'un fixe est placé en avant de la cuve; l'autre traverse la paroi opposée de la cuve, et peut recevoir un mouvement de rotation; pour cela, l'axe du crochet se prolonge derrière la cuve et sert d'arbre à 2 poulies, l'une fixe et l'autre folle. L'embrayage de leurs courroies est commandé au moyen d'un jeu de leviers par une pédale placée sur le devant de la machine.

Dans la *machine à tordre les écheveaux de MM. Nicolet et Blondel et fils* (1), le crochet mobile ne l'est que dans le sens longitudinal; comme la torsion raccourcit la longueur de l'écheveau, le crochet mobile peut suivre le mouvement qui en résulte; il est ramené en arrière par un contrepoids et un ressort. Le crochet fixe peut prendre un mouvement de rotation alternatif, mais ne peut ni avancer ni reculer dans le sens longitudinal : ce mouvement de rotation lui est donné pour

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, 1873.

la torsion par une poulie, et pour le détordage au moyen de la corde d'un moufle qui s'enroule sur un barillet pendant le mouvement de la poulie, et se déroule dès que la courroie a été ramenée sur la poulie folle, grâce à un contrepoids qui agit sur une tringle de débrayage. Celle-ci porte une encoche dans laquelle s'engage un arrêt qu'une roue à traquet soulève au moment voulu. Le détordage s'arrête juste au point où l'écheveau se retrouve dans la position qu'il avait avant l'opération, grâce à un frein dont le bras de levier est relié au poids du moufle par une corde de longueur convenable pour arrêter au moment voulu.

La *machine à tordre les écheveaux de MM. Duncan Stewart et Cie*, de Glasgow, consiste en deux larges disques tournant sur un bac commun. Sur leur périphérie et placés l'un vis-à-vis de l'autre sont plusieurs crochets de fer assez grands et mis en rapport avec des ressorts, des roues dentées, une crémaillère, de telle façon que les crochets de l'un des disques sont à même de produire la torsion et qu'en même temps les deux séries de crochets tournent intérieurement avec les disques.

De l'expression. — L'expression se fait généralement entre deux rouleaux compresseurs garnis de caoutchouc, l'un fixe et recevant un mouvement de rotation; l'autre, le supérieur, entraîné par contact et pesant sur l'inférieur par son poids ou par l'intermédiaire d'un ressort ou d'un levier. Cet assemblage de deux rouleaux porte le nom de *foulard de compression;* il est adjoint à la suite de presque toutes les machines à dégraisser, à teindre, à laver, à savonner, etc. Le rouleau supérieur peut être garni de cordes ou d'étoffe. Lorsque la pression est énergique, le rouleau inférieur ne peut plus être garni de caoutchouc qui se laminerait. Le cylindre supérieur se soulève au moyen d'un levier de relevage.

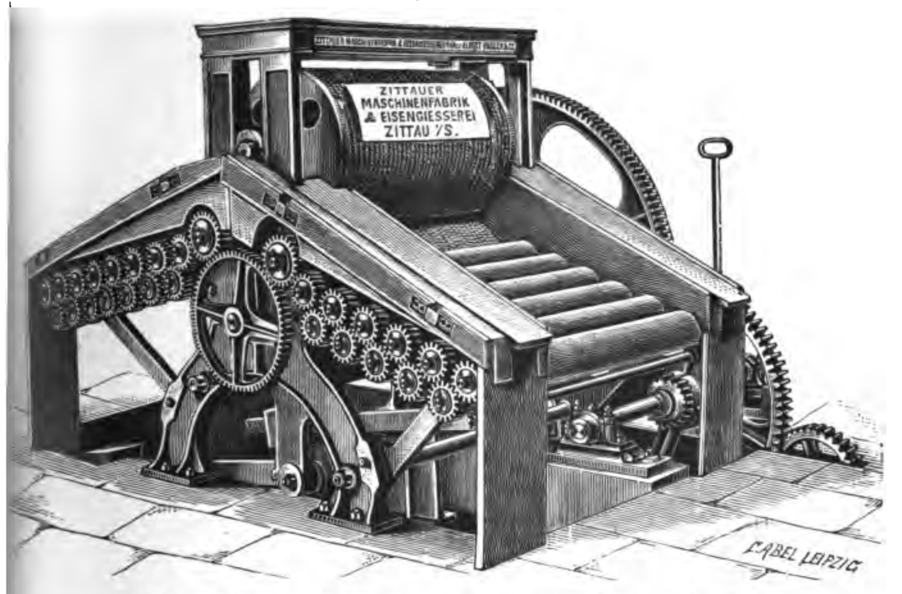
Ce système mécanique d'expression s'applique aux plocs, aux fils et aux pièces.

La *presse pour laine en poils* est généralement montée sur roues, afin de pouvoir être transportée à l'extrémité des léviathans ou autres machines de traitement.

La *machine à exprimer les écheveaux de la Zittauer Mas-*

chinenfabrik est représentée par la *fig.* 156. En avant et en arrière de l'assemblage des 2 rouleaux de pression, se trouvent une certaine quantité de petits rouleaux en bois placés en amphithéâtre, et qui servent au transport de la matière. La


Fig. 156.



Machine à exprimer les écheveaux de la Zittauer Maschinenfabrik.

machine peut servir à exprimer la laine filée et la laine en poil.

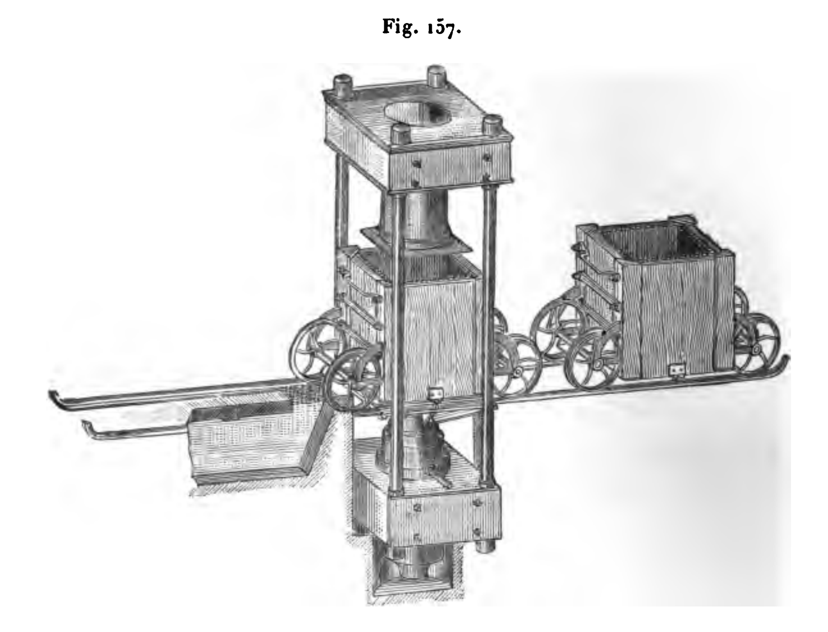
L'essorage des écheveaux de coton se fait, dans la *machine Deshayes,* décrite page 239, par un dispositif différent placé à la suite de la machine; 2 cylindres tournent toujours dans un bâti en exerçant l'un sur l'autre une pression qui est réglée par l'intermédiaire de leviers; mais le cylindre inférieur porte une échancrure qui permet d'y engager chacun des lissoirs munis de l'écheveau.

Pour les écheveaux, comme pour les tissus, on se sert parfois d'une presse hydraulique. Je parlerai de celle-ci dans la Sec-

tion des apprêts. La *fig.* 157 représente la *presse à essorer les écheveaux de A. Wever* qui est une application de la presse hydraulique. On reproche à ce mode que le fil se presse plat et se coupe parfois.

La machine à exprimer les tissus la plus simple est le *torse,*

Fig. 157.



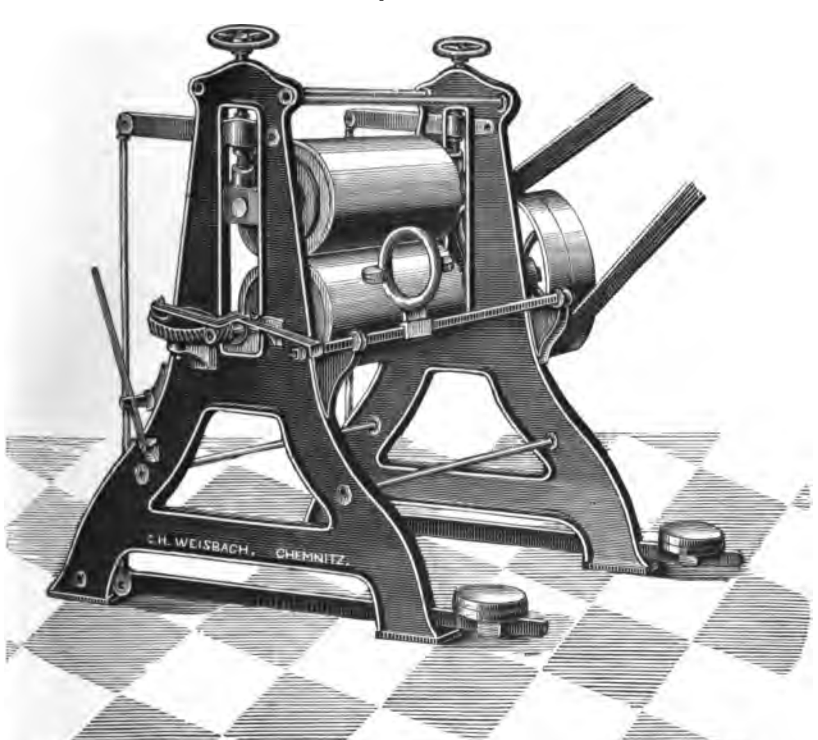
Presse à essorer les écheveaux de A. Wever.

ou essoreuse à cylindre, dont on verra un modèle à l'Appendice : matériel du blanchisseur.

Les machines à exprimer les tissus dites *squeezers* comprennent des rouleaux en bois destinés à la compression, mais ces rouleaux sont très courts; on les recouvre de quelques mètres d'étoffe. Parfois le rouleau inférieur est en laiton. Une lunette en porcelaine, animée d'un mouvement de va-et-vient horizontal, guide le tissu. La *fig.* 158 représente un squeezer de ce genre construit par *C.-H. Weisbach* et destiné aux tissus de coton. La *fig.* 159 représente un autre *squeezer* dû

à *M. Tomlinson,* de Huddersfield. Il diffère du précédent en ce que le rouleau supérieur est remplacé par un disque qui rentre dans une rainure ménagée dans le rouleau inférieur.

Fig. 158.



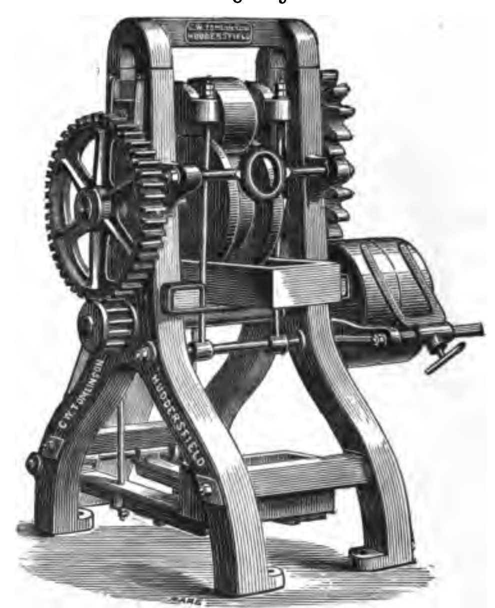
Squeezer de C.-H. Weisbach.

Ce squeezer est spécialement destiné au traitement des tissus de laine. La *fig.* 160 donne la disposition générale d'une presse à exprimer les tissus.

Enfin, certaines espèces de calandres (*voir* Section des Apprêts), sont utilisées pour l'expression des tissus : ce sont les *Water-Mangle.* Elles comportent trois (ou cinq) rouleaux,

celui du milieu en cuivre ou en bronze et les deux autres en bois très dur.

Fig. 159.



Squeezer de Tomlinson.

Fig. 160.



Presse à exprimer les tissus.

De l'essorage. — Les *essoreuses* ou *hydro-extracteurs* ou *diables* sont constituées par des paniers en tôle de cuivre

Fig. 161.



Essoreuse à manivelle de J. Piet.

Fig. 162.



Essoreuse à simple arcade et à simple manivelle de F. Dehaître.

percée de trous, ou en fil de cuivre, ou en fil de fer galvanisé. Le panier est contenu dans un manteau en fonte ou en fer. Le diamètre varie entre 0m,75 et 1m,52. On imprime au panier

Fig. 163.



Essoreuse toupie système Caron de F. Dehaître.

une très grande vitesse. Il en résulte que si l'on a placé préalablement une matière humide dans l'intérieur du panier, cette matière est projetée contre la paroi perforée et le liquide s'écoule à travers les perforations.

Les hydro-extracteurs se divisent en plusieurs classes suivant que le mouvement est communiqué au panier au-dessus,

Fig. 164.



Essoreuse à simple arcade à commande de F. Dehaître.

ou en dessous, à la main, par une commande, ou par un moteur direct.

Les *fig.* 161 à 171 représentent différents types d'essoreuses et me dispenseront d'une description plus longue; la *fig.* 161, une essoreuse à manivelle de M. Piet; la *fig.* 162, une essoreuse à simple arcade et à manivelle de M. F. Dehaître; la *fig.* 163, une essoreuse toupie, système Caron, de M. F. Dehaître; la *fig.* 164, une essoreuse à simple arcade à commande par courroie de F. Dehaître; la *fig.* 165, une esso-

Fig. 165.



Essoreuse à double arcade à commande de J. Piet.

reuse à double arcade à commande par courroie de M. J. Piet; la *fig.* 166, une essoreuse à commande en dessous de M. F. Dehaître; la *fig.* 167, une essoreuse à commande en dessous de Hauboldt, avec manteau en tôle de fer enlevable; la *fig.* 168,

une essoreuse à mouvement en dessous de MM. Buffaud et Robatel.

La disposition de mouvement en dessous présente l'avantage de faciliter la mise en charge et d'éviter les taches d'huile dues au graissage des paliers supérieurs.

Fig. 166.

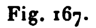


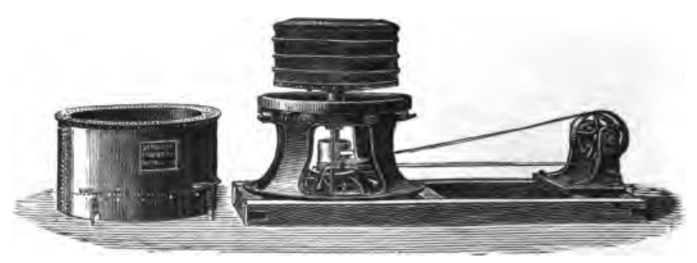
Essoreuse à commande en dessous de F. Dehaître.

Au lieu de mettre en mouvement le panier au moyen d'une commande, on peut le mettre en mouvement directement au moyen d'une petite machine à vapeur adjointe à l'essoreuse, telle que la *fig.* 169, essoreuse à double arcade à moteur direct de M. J. Decoudun, et la *fig.* 170, essoreuse à commande en dessous à moteur direct de M. F. Dehaître, le montrent; ou

au moyen d'un dispositif électrique commandant directement l'arbre du panier, système Lebois, construit par Buffaud et Robatel.

L'équilibre des paniers autour de leur axe s'obtient au


Fig. 167.



Essoreuse à commande en dessous de Hauboldt.

moyen de nombreux dispositifs : ressorts, boulets (Manlove), colonnes (Broadbent, *fig.* 171).

Les paniers des essoreuses peuvent être parfaitement équi-


Fig. 168.

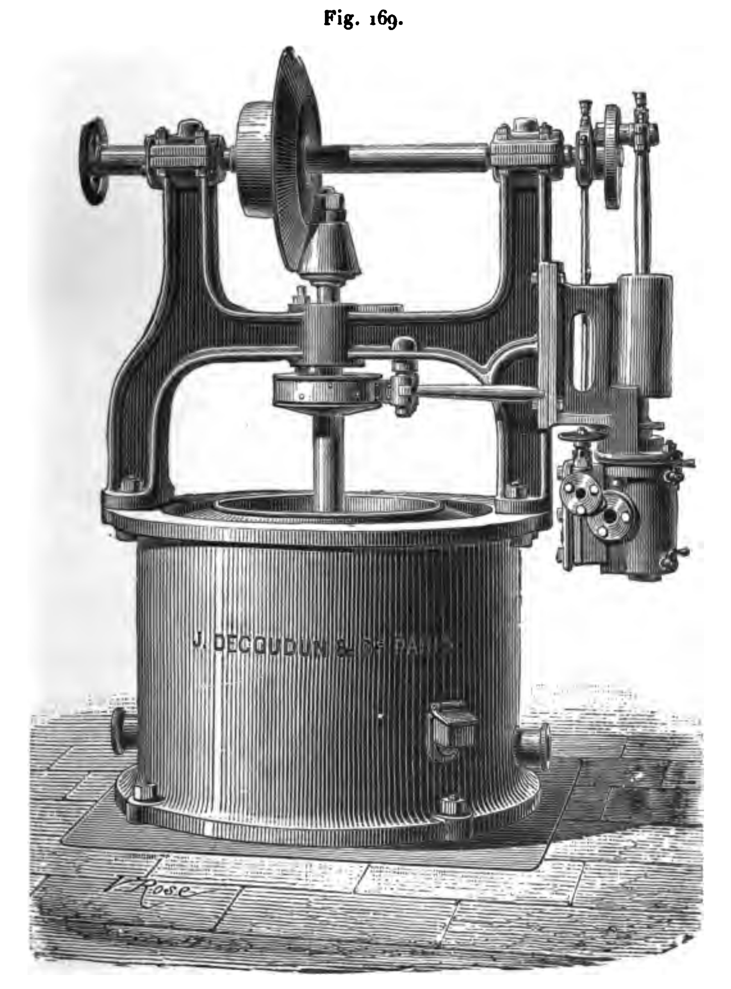


Essoreuse à mouvement en dessous de MM. Buffaud et Robatel.

librés et bien centrés, et, lorsqu'on marche à vide, tourner sans le moindre choc. Mais il est impossible de répartir la charge d'une façon absolument uniforme; le mouvement du

panier chargé donne naissance à des vibrations et à des chocs dont la violence croît avec la vitesse et peut atteindre une

Fig. 169.



Essoreuse à double arcade à moteur direct de J. Decoudun.

valeur très dangereuse. Les conséquences de cet état de choses sont : la perte d'une grande quantité de force néces-

saire à la mise en marche, la nécessité d'établir les essoreuses sur des fondations massives et coûteuses, le matage des coussinets, enfin la crainte de voir l'arbre se rompre et occasionner des accidents graves; aussi ne faut-il jamais dépasser une cer-

Fig. 170.



Essoreuse à commande en dessous à moteur direct de F. Dehaître.

taine limite de vitesse. Le rendement d'une essoreuse varie, suivant ses dimensions, entre 30kg et 200kg à l'heure. L'essorage demande un temps variable, mais avec un panier de 1m,20 de diamètre, faisant 1500 tours par minute, il est effectué en 1m 30s à 2m. A ce moment, il ne doit pas rester dans la matière traitée plus de 40 pour 100 de son poids d'humidité. Pour une essoreuse de 1m de diamètre et 0m,40 de hauteur,

faisant 100 tours à la minute, M. Grosseteste a trouvé que l'essorage devait durer au moins 5 et pas plus de 7 minutes, pour que son prix restât inférieur à celui du séchage.

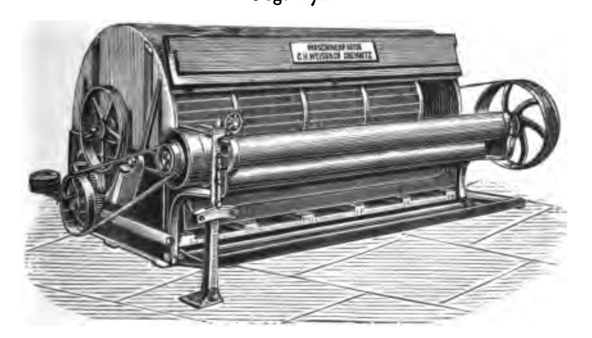
Fig. 171.



Hydro-extracteur à moteur direct de Broadbent.

Ces essoreuses peuvent s'appliquer au traitement des fibres en poil, des écheveaux et des tissus en boyaux. Pour les tissus

Fig. 172.

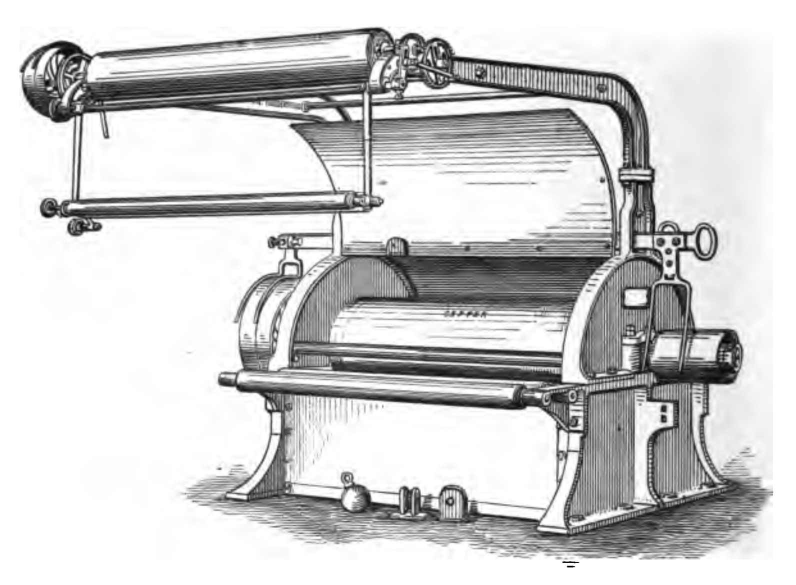


Essoreuse horizontale pour tissus de C.-H. Weisbach.

au large, si l'on mettait les pièces dans le panier des essoreuses ordinaires, elles en sortiraient avec de nombreux plis et cassures. On emploie alors des *essoreuses horizontales* dont

les *fig.* 172 et 173 représentent deux modèles, l'un de C.-H. Weisbach et l'autre de Tomlinson. Le tissu est enroulé autour d'un arbre horizontal, puis l'ensemble est soumis à une rota-


Fig. 173.



Machine à essorer de Tomlinson.

tion rapide. Dans l'essoreuse au large, système Varinet, la pièce enroulée sur son roule est placée dans une sorte de berceau qui occupe le milieu de l'essoreuse.

Les essoreuses sont munies de freins pour l'arrêt. Lorsque les fibres à essorer ont subi des traitements en liquides acides, le panier de l'essoreuse se fait en ébonite.

TROISIÈME SECTION.

DU SÉCHAGE.

Généralités sur le séchage. — L'air renferme toujours une certaine quantité de vapeur d'eau. C'est cette vapeur d'eau qui se dépose sous forme de buée sur les parois froides, qui fait fondre certaines substances, dites pour ce motif *déliquescentes,* comme le sel ordinaire. C'est encore la vapeur d'eau, lorsqu'elle est contenue en grande quantité dans l'air, qu gonfle les matières organiques, le bois, les cordes, etc. ([1]). C'est elle enfin qui, s'élevant dans les airs, se condense dans les régions supérieures de l'atmosphère, et répand sur la terre les pluies vivifiantes.

Mais la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air n'est pas constante : elle varie avec différentes circonstances, en particulier avec la pression et avec la température. De plus, la capacité de l'air pour l'humidité n'est pas infinie ; elle a une limite qui porte le nom de *saturation.* La quantité de vapeur d'eau que l'air peut contenir dépend de la température : elle augmente lorsque la température s'élève ; elle diminue quand la température s'abaisse. Par exemple, un mètre cube d'air est capable de renfermer à

0°	10°	20°	50°
5gr	9gr	17gr	82gr

de vapeur en chiffres ronds. Tant que l'air ne sera pas saturé, il permettra l'évaporation et absorbera de nouvelles quantités d'eau. Une fois saturé, il ne peut plus rien absorber. Si la température s'abaisse, il est obligé d'abandonner une partie de son humidité, qui repasse à l'état liquide et se con-

([1]) C'est au gonflement d'une petite corde par l'humidité, et au raccourcissement qui en résulte, qu'est dû le mouvement du capuchon de l'hygroscope connu sous le nom de *Père Capucin.* C'est aussi l'humidité de l'air qui fait passer du bleu au rouge les fleurs baromètres au chlorure de cobalt.

dense. Mais si la température s'élève, il redevient capable d'absorber une nouvelle quantité de vapeur d'eau. De l'air saturé à 10°, s'il est amené à 0° ou à 50°, perd dans le premier cas 4gr (9 moins 5) de vapeur d'eau qui se condense, et peut dans le second cas absorber à nouveau 73gr (82 moins 9).

Il ne suffit donc pas de dire que l'air dessèche d'autant mieux qu'il contient déjà moins de vapeur d'eau, puisque de l'air renfermant 9gr de vapeur d'eau par mètre cube dessèche dans la perfection à 50° et ne produit rien à 10°; il faut, pour être précis, dire que l'air dessèche d'autant mieux qu'il est plus éloigné de son point de saturation.

Ainsi le point de saturation, qu'on appelle encore *point de rosée,* est une notion fort importante, puisque c'est de l'éloignement au point de saturation que dépend le pouvoir de sèche de l'air ambiant, ou, si l'on veut, la rapidité avec laquelle l'air absorbera l'humidité, et conséquemment dessèchera les objets voisins. C'est à tort que l'on envisagerait seulement la question de température, puisqu'un air fort chaud peut ne pas sécher du tout, et ne produit aucun effet, s'il est déjà surchargé d'humidité, tandis qu'un air froid, s'il est en même temps sec, amènera la sèche jusqu'à dessiccation. On voit donc que le pouvoir dessiccateur que l'air possède à un moment donné dépend encore d'autre chose que de la seule température.

L'industriel peut-il se rendre compte aisément de la quantité d'eau contenue dans l'atmosphère d'un atelier ou d'un séchoir? Oui, par l'emploi du psychromètre.

Le *Psychromètre* (ce mot dérivé du grec signifie qui mesure la fraîcheur) est un instrument composé de deux thermomètres à mercure fixés sur une même planchette. L'un de ces thermomètres n'offre rien de particulier, le réservoir du second est entouré d'une petite bande de mousseline ou de gaze, dont l'extrémité plonge dans un petit tube où l'on verse de l'eau. L'eau se répand par capillarité sur toute la bande, elle s'évapore, et en s'évaporant elle refroidit le réservoir du thermomètre. Le thermomètre mouillé marque donc une température plus basse que le thermomètre sec; et comme cette évaporation est d'autant plus prononcée que l'air ambiant est moins saturé, la différence des degrés lus sur

les deux thermomètres représente le pouvoir dessiccateur de l'air, à l'instant de l'observation. Cette différence de température n'est nulle, et les deux thermomètres ne marchent d'accord que dans un seul cas : lorsque l'air ambiant est saturé d'humidité. Elle est, au contraire, maxima lorsque l'air est complètement dépourvu de vapeur d'eau.

Voici donc un instrument dont les indications sont proportionnelles à la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air qui l'entoure. C'est donc un hygromètre, mais un hygromètre qui conviendra mieux que tout autre dans la pratique des ateliers et des séchoirs, puisqu'il mesure directement la force d'évaporation, et qu'il est lui-même un objet qui sèche.

Tout le monde d'ailleurs peut construire soi-même un psychromètre. Il suffit pour cela d'une planchette en bois, de deux thermomètres sensibles, d'un morceau de gaze et d'un petit tube rempli d'eau qu'on fait communiquer avec la gaze au moyen d'une mèche de coton.

Deux précautions indispensables à prendre : d'abord, ne pas laisser le petit réservoir à eau se vider; ensuite, pour que les observations soient comparables entre elles, les faire en se servant du psychromètre comme d'une fronde et relever les températures au moment où l'écart est devenu constant.

L'usage du psychromètre a un seul inconvénient : il nécessite le calcul d'une table psychrométrique, et les nombres de cette table varient avec le psychromètre et avec la place qu'il occupe. On a proposé différentes formules pour calculer ces nombres. Dans la Table qui suit et qui a été calculée par l'auteur, les nombres représentent les quantités de vapeur d'eau contenues dans l'atmosphère sous une pression barométrique égale à 760, à des températures extérieures comprises entre 2°,5 et 50°, et pour des différences du thermomètre sec et du thermomètre mouillé de 1° à 7°. Les nombres sont rapportés à un état de saturation égal à 100, et à un état de sécheresse absolue égal à 0. Ils ont été calculés d'après la formule d'August

$$\frac{f}{t} = \frac{F}{t'} \times \frac{A(t - t')}{610 - t'} H,$$

où l'on a fait A égal à 0,480, qui est une valeur moyenne. On est obligé de déterminer A pour chaque cas particulier.

Table psychrométrique.

TEMPÉRATURE de l'air ou du thermomètre sec.	DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE ENTRE LES DEUX THERMOMÈTRES.							
	0	1	2	3	4	5	6	7
2,5								
5		82	67					
7,5		84	68	53	39			
10		85	71	58	44	32	19	7
12,5		87	72	62	50	38	27	16
15		88	76	65	54	43	33	23
17,5		89	78	68	58	48	39	29
20		90	80	70	61	52	43	35
22,5		90,5	81	72	63	55	47	39
25		91	82	74	66	58	50	43
27,5	100	91,5	83	75	68	60	53	46
30		92	84	76	69	62	56	49
32,5		92,4	85	78	71	64	58	52
35		92,7	86	79	72	66	60	54
37,5		93	86,5	80	73	68	62	56
40		93,4	87	81	74	69	63	58
42,5		93,6	87,5	81,6	75	70	65	60
45		93,8	88	82,2	76	71	66	61
47,5		94	88,4	82,8	77	72	67	62
50		94,4	88,7	83,3	78	73	68	63

Je crois intéressant de joindre à cette première Table une seconde Table donnant en grammes le poids de l'eau contenue par mètre cube d'air saturé (1).

(1) On trouvera dans l'*Annuaire de l'observatoire de Montsouris* d'autres Tables psychrométriques.

Table hygrométrique de 0° à 50°.

TEMPÉRATURE de l'air.	POIDS		POIDS DE L'EAU contenue dans 1mc d'air saturé.
	de 1mc d'air sec.	de 1mc d'air saturé.	
	kg	kg	gr
0	1,293	1,290	4,892
2,5	1,281	1,278	5,796
5	1,269	1,266	6,788
7,5	1,258	1,253	7,969
10	1,247	1,242	9,335
12,5	1,236	1,230	10,372
15	1,225	1,218	12,812
17,5	1,212	1,206	14,790
20	1,204	1,194	17,240
22,5	1,194	1,182	19,943
25	1,184	1,170	22,990
27,5	1,179	1,159	26,371
30	1,165	1,146	30,273
32,5	1,155	1,134	34,585
35	1,146	1,122	39,495
37,5	1,138	1,109	44,870
40	1,127	1,097	51,003
42,5	1,119	1,084	57,680
45	1,110	1,070	65,260
47,5	1,101	1,057	73,445
50	1,092	1,043	82,670

Dans les enceintes où la température doit rester constante, de même que la proportion d'humidité contenue dans l'atmosphère, par exemple dans les appareils de vaporisage et d'oxydation, il suffira de déterminer une fois pour toutes la différence de degrés des deux thermomètres du psychromètre qui correspond à cette proportion. Un simple coup d'œil jeté de temps à autre sur l'appareil permettra de se rendre compte aussitôt si le jet de vapeur d'eau fourni par vaporisation ou pulvérisation est suffisant, ou s'il pèche par excès ou par défaut.

Étude générale des différents moyens de séchage. — Le séchage des matières textiles s'effectue soit à l'air libre, soit

dans des séchoirs chauffés, soit par contact avec des surfaces chaudes, soit au moyen d'appareils à rayonnement.

Le mode le plus simple est le séchage à l'air libre, il est économique, il réserve le mieux le brillant des couleurs, et a l'avantage de laisser à la matière sèche une proportion normale d'humidité. Mais il nécessite un espace suffisant; il dépend de facteurs essentiellement variables comme le sont l'humidité de l'air, sa température, son état d'agitation. Sans parler des dangers qu'il offre par les chaleurs humides de l'été, il est tout à fait insuffisant en temps humide. Or l'industriel qui produit vite a le pas sur ses concurrents : donc il a intérêt à pouvoir sécher en tout temps. C'est ce qui l'a amené à adopter généralement des moyens de séchage artificiels plus rapides.

Le moyen le plus simple à première vue pour augmenter l'effet utile de l'air consiste à activer par une ventilation sagement ménagée le passage de l'air à travers le séchoir. Y faire passer un volume d'air deux fois, trois fois plus grand, revient à doubler, à tripler son pouvoir dessiccateur. Si l'air stationne, au contraire, il se sature rapidement d'humidité et son action est nulle. D'ailleurs les ventilateurs ne demandent que très peu de force pour marcher. Mais le moyen est inefficace par les jours absolument humides, et il n'est pas facile, quand on l'emploie, d'empêcher les courants d'air particuliers de nuire à l'uniformité du séchage.

Un second moyen, non encore appliqué, à ma connaissance, mais reposant sur une idée assez ingénieuse, consisterait à enlever à l'air, avant son entrée dans le séchoir, la plus grande partie de la vapeur d'eau. Sécher ainsi l'air lui-même serait augmenter d'autant son pouvoir dessiccateur. Il suffirait de faire passer l'air, avant son arrivée au séchoir, dans une chambre ou grande caisse en bois, où il serait mis en contact avec des substances hygrométriques. Un ventilateur amènerait l'air au séchoir.

Mais un moyen bien autrement pratique consiste à chauffer l'air. La chaleur ainsi ajoutée a pour effet : 1° d'augmenter la capacité de l'air pour l'humidité en reculant son point de saturation, par conséquent d'accroître son pouvoir dessiccateur; 2° de remplacer les quantités de chaleur absorbées par

le fait de l'évaporation, par conséquent de faciliter cette dernière. Ce moyen est le plus employé, souvent à l'exclusion du séchage à l'air libre. On peut chauffer l'air, soit extérieurement, soit dans le séchoir même.

Chauffage de l'air à l'extérieur des séchoirs. — Plutôt que de chauffer l'air directement, on pourrait, dans certains cas, se servir avec avantage de la chaleur perdue du foyer. Pour cela on ménagera au bas de la cheminée d'appel une petite chambre, disposée de façon qu'une porte oscillante la fasse traverser par les gaz de la combustion ou l'isole à volonté. On placera dans cette chambre plusieurs gros tuyaux inclinés, l'une de leurs extrémités traversant le mur et communiquant avec l'air extérieur, l'autre se rendant dans un collecteur commun. Celui-ci amènerait l'air dans une chambre A placée près du séchoir et constituant le réservoir à air chaud.

Mais généralement l'air est chauffé par l'intermédiaire de la vapeur. La vapeur, prise directement à la chaudière, ou recueillie après une première utilisation à la machine, est envoyée dans une chambre A, où elle circule dans une série de tuyaux et échauffe l'air puisé à l'extérieur.

Le séchoir prend alors la forme d'un bâtiment construit en matériaux mauvais conducteurs de la chaleur; il est utilement partagé en deux parties indépendantes dans le sens de la hauteur, afin de pouvoir charger l'une de ces parties, tandis que l'autre sèche. L'air doit arriver par le haut du séchoir. En effet, l'air chaud pèse moins que l'air froid, car la chaleur, en dilatant l'air, lui fait occuper un volume plus grand, et, par conséquent, un même espace contient moins de molécules gazeuses à chaud qu'à froid. Donc l'air chaud tend à s'élever au-dessus de l'air froid. Si l'arrivée de l'air est en bas du séchoir, l'air chaud tendant à gagner le haut par le chemin le plus court, il se produit fatalement un courant d'air très nuisible à la régularité du séchage. La bouche d'arrivée se trouvera donc en haut. La sortie doit se trouver en bas du séchoir. Si elle était en haut, ainsi que l'arrivée, l'air sortirait immédiatement sans traverser le séchoir. D'ailleurs l'air d'un séchoir ainsi disposé se renouvelle assez lentement pour avoir le temps de se refroidir. La vapeur d'eau, en effet, ne

se produit pas toute seule; pour amener l'évaporation, ce changement d'état physique, il faut un certain travail sous forme de chaleur. Cette chaleur, l'eau l'emprunte aux corps voisins, à l'air ambiant; et si l'air ne se renouvelle que tardivement, sa perte de chaleur devient sensible; il se contracte, il s'alourdit, il tombe. Il s'écoule donc naturellement par une sortie placée au bas du séchoir. Cette sortie devra être multiple, afin qu'il ne se forme pas un courant unique, mais que le séchoir soit traversé dans toutes ses parties. Ces différentes sorties seront munies de registres et communiqueront directement avec l'atmosphère, ou bien avec une cheminée d'évaporation en bois ou en plâtre, au bas de laquelle un ventilateur sera placé avantageusement. Appelé par le ventilateur, l'air se répandra en couches uniformes et descendra peu à peu. Un registre interposé sur le conduit d'arrivée de l'air chaud permettra de régler son entrée.

Chauffage de l'air à l'intérieur des séchoirs. — Autrefois on se servait de calorifères, mais le chauffage à la vapeur est aujourd'hui presque seul employé. La vapeur, prise directement à la chaudière, ou bien encore celle de dégagement, est amenée dans des tuyaux placés dans le séchoir, et sa condensation dégage de grandes quantités de chaleur.

Dans la pratique, il faut poser en principe que 1^{kg} de houille peut évaporer 8^{kg} d'eau, et que l'air, au sortir du séchoir, doit être le plus saturé possible de vapeur d'eau.

Quand on prend directement la vapeur à la chaudière, le système de tuyaux à vapeur doit être fermé, afin d'empêcher la pression de descendre dans la chaudière. Le métal des tuyaux de condensation est noirci et dépoli, pour que la quantité de chaleur transmise soit maximum. Cette quantité dépend de la nature du métal, de la température de la vapeur intérieure, de celle de l'air extérieur et surtout du diamètre du tuyau. Les petits tuyaux ont plus d'effet que les grands, particulièrement si l'on a de la vapeur à haute pression, mais même avec de la vapeur à la pression barométrique. Il y a donc avantage à se servir de tuyaux assez petits, qui de plus rendent le chauffage du séchoir plus régulier, la purge de l'air intérieur plus aisée, et qu'enfin on peut prendre en fer

forgé, ce qui permet de les raccorder facilement en les vissant. Leur diamètre ne doit pas cependant s'abaisser au-dessous d'une certaine limite, sinon les frottements de la vapeur deviennent excessifs. Le meilleur diamètre est celui de $0^m,05$ à $0^m,06$. Ces remarques se rapportent aux tuyaux lisses. Les tuyaux en fonte à ailettes en tôle sont souvent employés, parce que cette disposition augmente beaucoup la surface de chauffe; elle la triple environ pour un diamètre de $0^m,25$, sans compter la circulation de l'air qui s'opère entre les lames des ailettes. Ces tuyaux se font généralement de $0^m,06$, $0^m,10$ et $0^m,15$ de diamètre intérieur avec un écartement d'ailettes de $0^m,02$ à $0^m,04$.

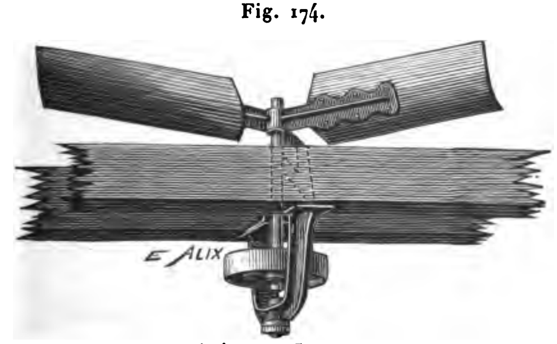
Quand on utilise d'abord la vapeur à la machine avant de s'en servir pour le chauffage, le système de tuyaux à vapeur doit communiquer librement avec l'air extérieur.

Les tuyaux de condensation, plus larges afin que la vapeur s'y meuve sans difficulté, sont en fonte. On leur donne une pente de $0^m,01$ par mètre pour que l'eau de condensation puisse s'écouler; on les munit de purgeurs convenables.

Quant aux appareils à sécher par contact ou par rayonnement, tambours à cylindres sécheurs et rames, ils seront étudiés à propos du séchage des tissus.

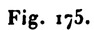
Enlèvement des buées. — En résumé, c'est par l'emploi

Fig. 174.



Agitateur Lumpp.

combiné du chauffage de l'air et d'une ventilation appropriée que l'on obtient généralement les meilleurs résultats. L'ad-


Fig. 175.

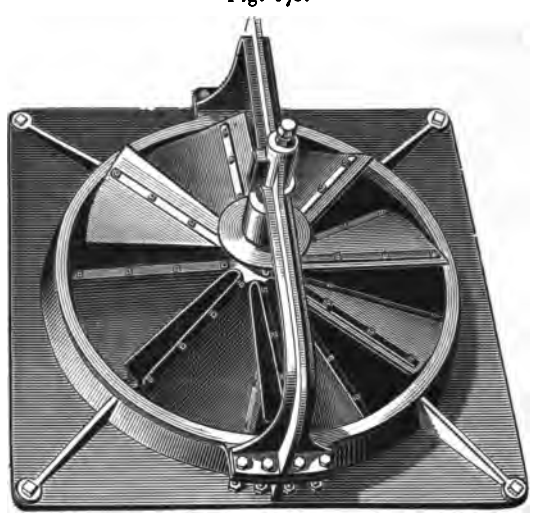
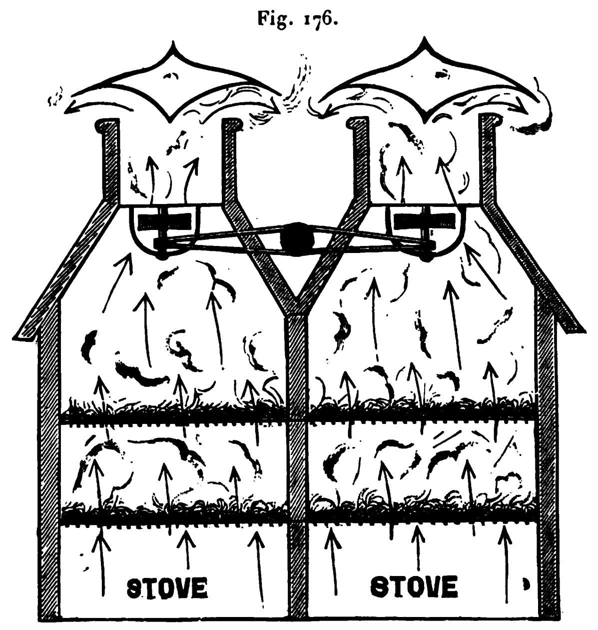

Ventilateur Lumpp.

Fig. 176.

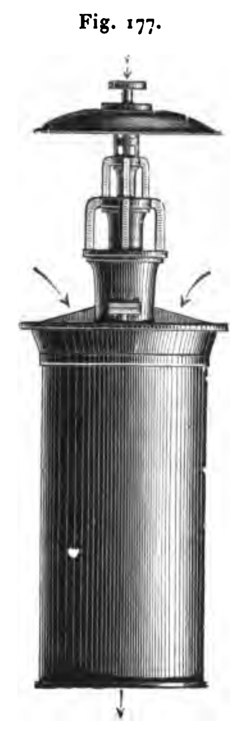


Ventilateur Challenge.

jonction d'un ventilateur (système *Blackmann, E. Farcot, Howorth, Koerting, Lumpp, Scott ou Challenge, Ser, Geneste et Herscher*) produit la circulation de l'air et amène son enlèvement dès qu'il se sature, et, par conséquent, l'enlèvement des buées de vapeur qui tendraient à se déposer (*fig.* 174 et 176).

Aussi les machines à sécher à cylindres sont-elles pourvues de hottes en carcasse de lattes et de calicot, ou de dômes en planches, avec cheminées d'appel munies de : soit un ventilateur, comme le montre la *fig.* 176, soit un injecteur, comme l'injecteur Koerting (*fig.* 177).

Fig. 177.



Ventilateur à double effet de Koerting.

Cette ventilation est également appliquée pour enlever les buées qui sont si incommodes dans les ateliers de teinture; dans ce cas, elle doit être accompagnée d'un chauffage de

l'air introduit dans l'atelier; sinon, le brouillard se reproduirait indéfiniment par suite de l'entrée de l'air froid.

Séchage des floches, des rubans, des bobines, des cannettes et des chaînes. — Les matières textiles en poils, coton brut et laine en plocs, doivent avant le séchage être bien ouvertes au moyen d'ouvreuses ou de batteuses chargeuses. Elles sont séchées sur un treillis de fil de fer galvanisé, formant table avec deux plans inclinés à chaque extrémité pour fournir et enlever la matière : *machine Mac Naught;* en dessous du treillis se trouvent des tuyaux de chauffage et des ventilateurs à ailettes. Elles peuvent l'être également sur des tables de séchage actionnées par des chaînes sans fin ou des toiles métalliques sans fin, amenées à faire deux ou trois parcours horizontaux dans des chambres-séchoirs où la matière textile rencontre un courant d'air chaud venant en sens contraire : machines *Norton, Mathieu, Barroclough, sécheuses pour laines épaillées système Pasquier.* Quand il s'agit de laines, l'opération doit être conduite à une température aussi modérée que possible en évitant les surchauffes locales et momentanées qui sont susceptibles de jaunir la fibre; enfin, si l'on veut que le séchage soit régulier, il ne faut pas que le courant d'air ait à traverser des couches trop épaisses de laine. Les tabliers, claies, toiles sans fin qui soutiennent la matière, sont parfois remués mécaniquement afin de faciliter cette régularité. Dans la *sécheuse continue Hertzog,* la laine est placée dans des paniers perforés en toile métallique qui la transportent dans l'étuve. La *sécheuse circulaire Mehl,* de la Société alsacienne de constructions mécaniques, consiste en un tambour culbutant en toile mécanique, incliné de 20° sur l'horizon et garni intérieurement de dents. Il est disposé dans une chambre dont l'air est porté à 60° C. La laine est placée dans le tambour, puis celui-ci est mis en mouvement jusqu'à séchage complet. Dans le *séchoir à laine Mac Naught,* la laine est brassée constamment par des crochets en cuivre. Ce séchoir consiste en un grand cylindre de toile métallique, légèrement incliné, et portant sur des traverses longitudinales une série de crochets en cuivre. Ce tambour est mis en rotation lente, par friction sur des galets en métal anti-

friction montés à chaque extrémité. La laine tombe, au sortir du léviathan, sur une toile sans fin; elle rencontre à l'entrée du séchoir un rouleau de fer-blanc qui peut se déplacer verticalement entre ses montants et n'appuie sur la laine que par son poids; puis elle se déverse dans le tambour tournant où les crochets la saisissent et l'entraînent jusqu'au sommet, d'où elle retombe sur le fond, et ainsi de suite jusqu'à l'orifice de sortie.

Les rubans, les bobines, les cannettes sont souvent séchés, dans les appareils même où on les teint et où on les lave, en y faisant passer par le moyen d'un injecteur un courant d'air chaud. Les rubans de laine peignée peuvent également être séchés sur des cylindres chauds sécheurs : *machines à lisser des peignages,* ou sur un tablier : *machine E. Masurel.* Les chaînes sont séchées sur des tambours sécheurs : *appareil Mather et Platt.* Dans l'*appareil Haubold,* elles le sont dans un séchoir à cloison alimenté d'air chaud où elles circulent, au nombre de 5 à 12, sur une série de rouleaux conducteurs en bois.

Séchage des écheveaux. — Les écheveaux de coton et ceux de laine sont souvent séchés à l'air libre ou au séchoir.

Ces *séchoirs* ou étuves sont des chambres en briques, de 357^{mm} au moins d'épaisseur, avec fenêtres à double vitre, porte bien ajustée, plancher carrelé, plafond latté enduit et couvert d'un carrelage en briques, solives en bois. Un appareil de chauffage est disposé au centre, ou bien des tuyaux de chauffage au bas. Plusieurs bouches d'appel au niveau du plancher, munies de registres de ventilation, servent à évacuer l'air, après son utilisation, dans une cheminée d'appel d'une dizaine de mètres. Les bâtons qui soutiennent les écheveaux sont placés dans ce séchoir sur des cadres.

Lorsqu'on a en vue une grande production et qu'on veut économiser la main-d'œuvre, l'emploi de machines spéciales à sécher les écheveaux devient fort avantageux.

Le principe de ces machines consiste à faire passer les écheveaux dans une étuve chauffée et fortement ventilée afin de renouveler l'air à mesure qu'il s'imprègne d'humidité.

La *machine à sécher les écheveaux de Tulpin* est une longue

caisse avec fenêtres en verre, tuyaux à vapeur à ailettes pour chauffer l'air, ventilateur à l'intérieur pour l'agiter et ventilateur d'appel. Les perches à écheveaux y sont entraînées par deux chaînes sans fin et y suivent un parcours représentant les deux côtés d'un ou de plusieurs triangles (machines en A). La température n'y est que de 55°; le séchage cependant est très rapide et s'y effectue en une heure et demie.

Dans la *machine à sécher les écheveaux, système Sulzer de M. F. Dehattre,* on les suspend sur des perches en bois munies aux extrémités de tourillons en fonte qui s'engagent sur deux chaînes sans fin parallèles et cheminant de bas en haut dans une étuve formée d'un bâti en fonte avec panneaux en bois. Les perches sont munies à l'extrémité des tourillons de petits disques dentés qui viennent rencontrer les saillies des traverses conductrices des doubles chaînes, ce qui force les perches à tourner automatiquement et déplace les écheveaux. L'air chaud est envoyé par un ventilateur et marche en sens contraire des écheveaux. Cette machine a 5^m de long sur $3^m,50$ de large et 4^m de haut; elle demande 4 chevaux-vapeur; elle produit environ 1200^{kg} en 10 heures, avec environ 17^{kg} de houille.

Un *chariot* pour garnir les séchoirs à air chaud a été combiné par MM. *Nicol* et *Blondel et fils*. Les écheveaux sont mis sur de petits bâtons reposant par leurs extrémités sur des longrines en fer. Ces longrines sont reliées par des entretoises servant d'axe aux roules à gorge ronde qui roulent sur des tringles en fer rond.

L'*appareil à sécher les écheveaux de Parker,* ou appareil écossais, consiste en une caisse rectangulaire de 2^{m^2} de surface et 4^m de hauteur faisant cheminée; un cylindre métallique rempli de vapeur est placé en bas et sert à chauffer de l'air extérieur qui le traverse par des tubes et est attiré vers le haut par un ventilateur. On introduit dans la caisse par une porte latérale des cadres horizontaux soutenant les écheveaux; les cadres sont entraînés par un mécanisme vers le haut et, à mesure qu'ils ressortent, on en introduit de nouveaux. Cet appareil produit 15 à 1800^{kg} en 10 heures.

Ces machines à sécher sont consacrées plus spécialement au traitement des écheveaux de coton. L'appareil suivant,

basé sur un principe différent, peut servir également aux écheveaux de laine.

L'*appareil rotatif à sécher le fil de C.-H. Weisbach* (*fig.* 178)

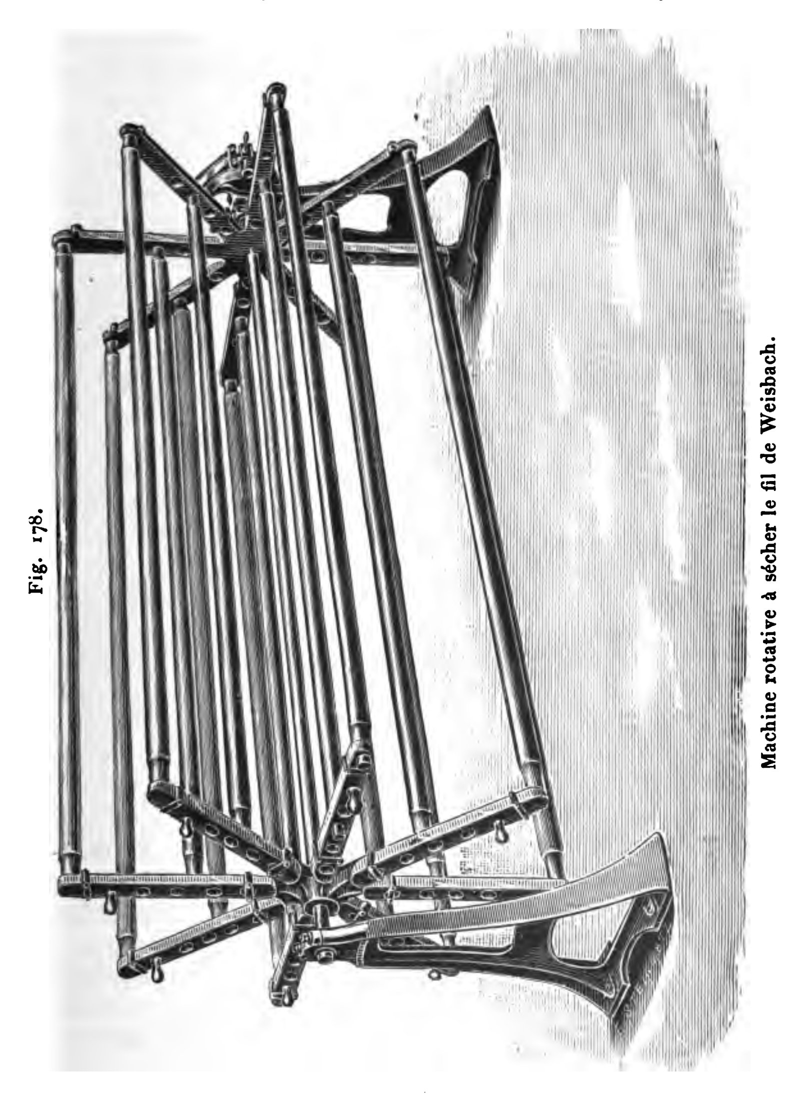


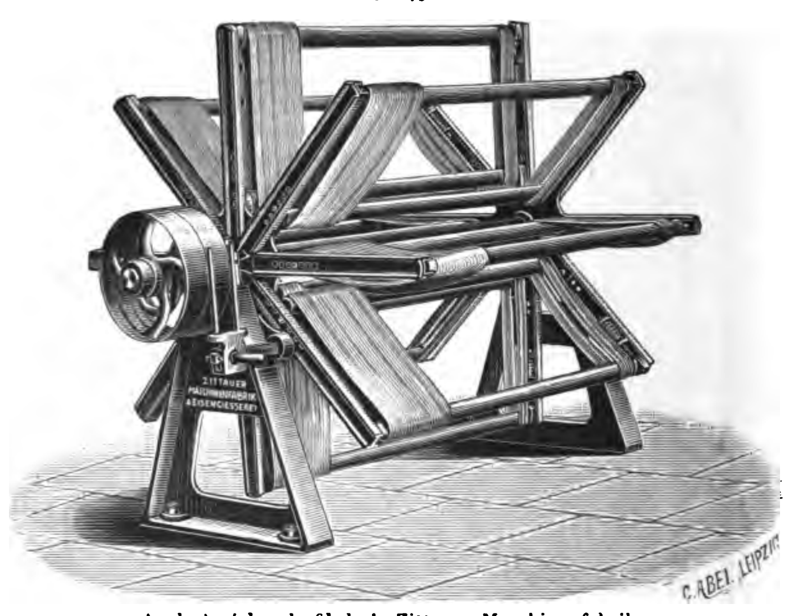
Fig. 178.

Machine rotative à sécher le fil de Weisbach.

consiste en un tourniquet horizontal soutenu par deux mon-

tants. Les bases des tourniquets sont constituées par des étoiles à huit branches; les deux branches qui correspondent sur les étoiles supportent deux traverses, et les écheveaux, bien essorés, sont placés sur ces traverses, comme l'indique la *fig.* 179 représentant un *asple à sécher de la Zittauer Maschinenfabrik.* Les traverses centrales portent à une extré-


Fig. 179.



Asple à sécher le fil de la Zittauer Maschinenfabrik.

mité des roues dentées qui servent à leur imprimer un mouvement de rotation afin de déplacer les écheveaux. Un arbre central supporte le tourniquet et reçoit son mouvement par l'intermédiaire d'une poulie et d'une courroie. La machine est placée dans une chambre où circule de l'air à la température de 40° à 45° seulement; le séchage s'y fait en une heure un quart pour le coton et en trois quarts d'heure pour la laine.

La *machine verticale à sécher les écheveaux de C.-G. Haubold* consiste en une série de cadres portant des traverses

auxquelles on suspend, à deux par deux, les écheveaux à sécher; puis on fait tourner l'ensemble des cadres.

Séchage des tissus. — Il est bien rare que les tissus soient séchés à l'air libre; le cas ne se présente que pour certaines couleurs fragiles. Le séchage des tissus s'effectue dans les séchoirs pour les tissus de coton et ceux de laine; dans les chambres chaudes pour les tissus de coton; au moyen de machines à sécher par contact ou tambours et de machines à sécher par rayonnement ou rames pour tous les tissus.

Les *séchoirs, étentes, étendages* ou *étuves* sont des bâtiments élevés à un seul étage ou à plusieurs étages, où les pièces de tissus sont suspendues librement en longs plis. On leur appliquerait avec avantage le dispositif si ingénieux que nous verrons à propos de l'appareil perfectionné à vaporiser de MM. Mather et Platt (vaporisage). Ces séchoirs peuvent avoir une largeur de 5^m, une longueur de 11^m, une hauteur de 16^m; ils doivent être construits en murs épais et en matériaux peu conducteurs de la chaleur; les murs auront par exemple $0^m,90$ à la base et $0^m,25$ en haut. Les principes de leur fonctionnement ont été exposés page 295. J'insiste sur le point particulier que, contrairement à une opinion trop habituelle, mais conformément aux réflexions déjà émises depuis longtemps par M. Grosseteste dans une comparaison des prix du séchage à l'étendage et du séchage au tambour (*Bulletin de Mulhouse,* 1866), le séchoir devrait être fermé hermétiquement à la partie supérieure et l'air chaud devrait arriver par la partie supérieure et s'en aller par le bas.

Les séchoirs et étendages sont dispendieux à installer et à chauffer; ils utilisent mal la chaleur; la conduite du séchage n'est pas aisée à mener régulièrement et sans condensation d'humidité; ils sont coûteux à entretenir; ils sont souvent la proie des incendies; aussi disparaissent-ils peu à peu.

La température des séchoirs se mesure au moyen de thermomètres à mercure ou de thermomètres à cadran. Ces derniers sont gradués par comparaison avec un thermomètre à mercure, mais ils peuvent présenter une sensibilité supérieure, si la tige dilatable est réduite à un simple fil de laiton.

Les *chambres chaudes, hot-flues, courses chaudes, mansardes,* sont des petits séchoirs en raccourci, où le tissu passe à la continue sur une série de rouleaux. La *hot-flue verticale de M. Em. Welter,* de Mulhouse, consiste en une chambre à sécher de 8^m environ de long sur $4^m,400$ de haut et $1^m,100$ de large; le tissu y passe à la continue sur une série de roulettes guide-pièces en cuivre rouge ou en cuivre étamé, disposées sur le plancher et au plafond de la chambre. Entre chaque pli du tissu se trouvent disposées verticalement 20 plaques à vapeur en tôle de fer de 1^m de large sur 2^m de haut, construites à haute pression; elles sont surmontées de 3 tambours d'appel en cuivre rouge actionnés par un arbre longitudinal et par des roues d'angle. Les roulettes guide-pièces sont disposées de telle sorte que la marche du tissu entre les plaques sécheuses est oblique, ce qui a pour avantage de ne pas altérer les nuances délicates. A la sortie, le tissu est plié mécaniquement. Au lieu de plaques à vapeur, le chauffage peut se faire au moyen de tuyaux à côtes.

Les *tambours* ou *machines à sécher à cylindres* sont basés sur le séchage au contact de surfaces chaudes; ces surfaces chaudes sont des cylindres en cuivre, en tôle, en fonte, mais le mieux en cuivre étamé : ils sont chauffés par une admission intérieure de vapeur. Le mode de fabrication de ces cylindres est une question très importante pour la sûreté de leur emploi; on relie généralement les fonds entre eux par plusieurs liaisons intérieures. Les cylindres sont disposés en une ou deux rangées horizontales, ou verticales, si l'on veut ménager l'emplacement; lorsqu'il y a deux rangées de cylindres, ils sont disposés généralement en quinconce. Ces machines servent pour tout tissu, écru, teint ou apprêté. Elles peuvent sécher à l'endroit, à l'envers, ou des deux côtés, selon la façon dont on fait circuler le tissu autour des cylindres. Elles ont 3, 5, 7, 11, 14, 16 et même jusqu'à 30 cylindres, de 500^{mm} jusqu'à 800^{mm} de diamètre; celles à 3 cylindres ont des cylindres de grand diamètre et sont destinées aux tissus de laine et au genre meuble; celles à 11 cylindres ne sont faites généralement que pour une seule largeur. A mesure que le nombre de cylindres augmente, le guidage devient difficile, et l'allongement, ainsi que la perte de largeur qui

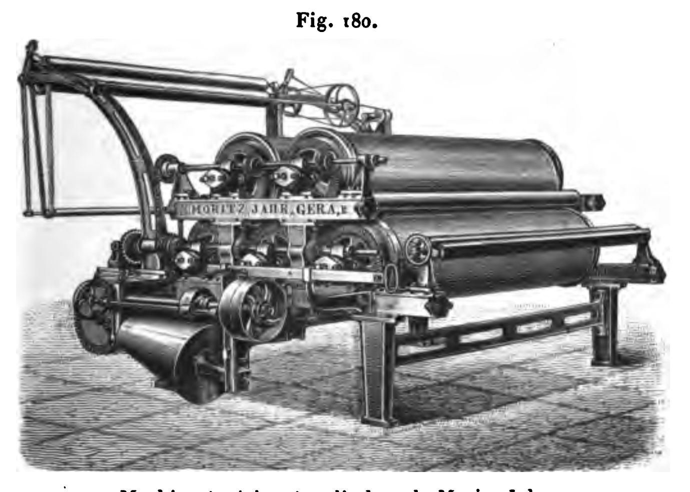
en résulte, notables. Celles à 1 cylindre ont généralement ce cylindre enveloppé d'un feutre sans fin.

Je rattache à ces machines la *machine de la Cleveland machine Works* très usitée en Amérique pour les tissus de laine. Elle consiste en un immense tambour à claire-voie autour duquel passe le tissu; on fait circuler un courant violent d'air chaud à l'aide d'un ventilateur.

Une machine à sécher à 7 tambours produit 6 à 9000^{m} de tissus de coton en 10 heures.

La *fig.* 180 représente une *machine à sécher à* 5 *cylindres*

Fig. 180.



Machine à sécher à cylindres de Moritz Jahr.

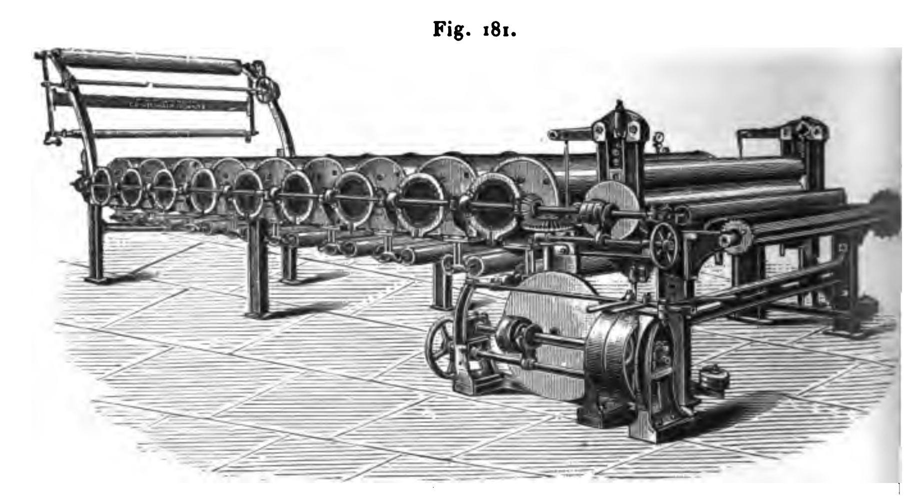
Moritz Jahr; la *fig.* 181, une *machine à sécher à* 9 *cylindres avec foulard* en avant de *C.-H. Weisbach.* On voit dans la *fig.* 190, à la suite de la machine à savonner, une *machine à sécher verticale à* 11 *cylindres de Farmer.*

Les maisons qui se sont acquis une supériorité dans la constuction de ces machines sont les maisons : Moritz Jahr, de Gera; C.-H. Weisbach, de Chemnitz; Sir J. Farmer and sons, de Manchester; Mather et Platt, de Manchester, et F. Dehaître, à Paris.

Les machines à sécher à cylindres sèchent en raison directe

de la surface chaude présentée au contact, en raison directe de la légèreté du tissu, et pour les tissus apprêtés, en raison inverse de la force de l'apprêt. Leur vitesse doit être telle que la pièce est séchée lorsqu'elle quitte la machine. Ces machines présentent plusieurs inconvénients graves : leur séchage aplatit un peu le fil, diminue parfois la vivacité des couleurs, occasionne quelquefois leur coulage, diminue la laize ou largeur des tissus, enfin les éraille, c'est-à-dire nuit à la position régulière de la chaîne et de la trame; quand il s'agit des

Fig. 181.



Machine à sécher à cylindres avec foulard de C.-H. Weisbach.

tissus apprêtés, l'apprêt tend à se déposer sur les premiers cylindres qu'il faut garnir de chemises en toile; en outre, ces machines consomment beaucoup de vapeur; il se perd de la chaleur par le fond des cylindres, par les pièces qui en emportent, enfin les cylindres sont sujets trop souvent à explosion par excès de pression. Par contre, elles présentent, sur les étendages, l'avantage d'une économie notable de combustible, d'une rapidité de séchage et d'une production beaucoup plus grandes; leur effet utile est bien supérieur.

La *machine à sécher à double enveloppe de E. Delaroche et ses neveux* n'opère plus le séchage par le contact seul, mais

encore par le rayonnement, de sorte qu'elle évite la plupart

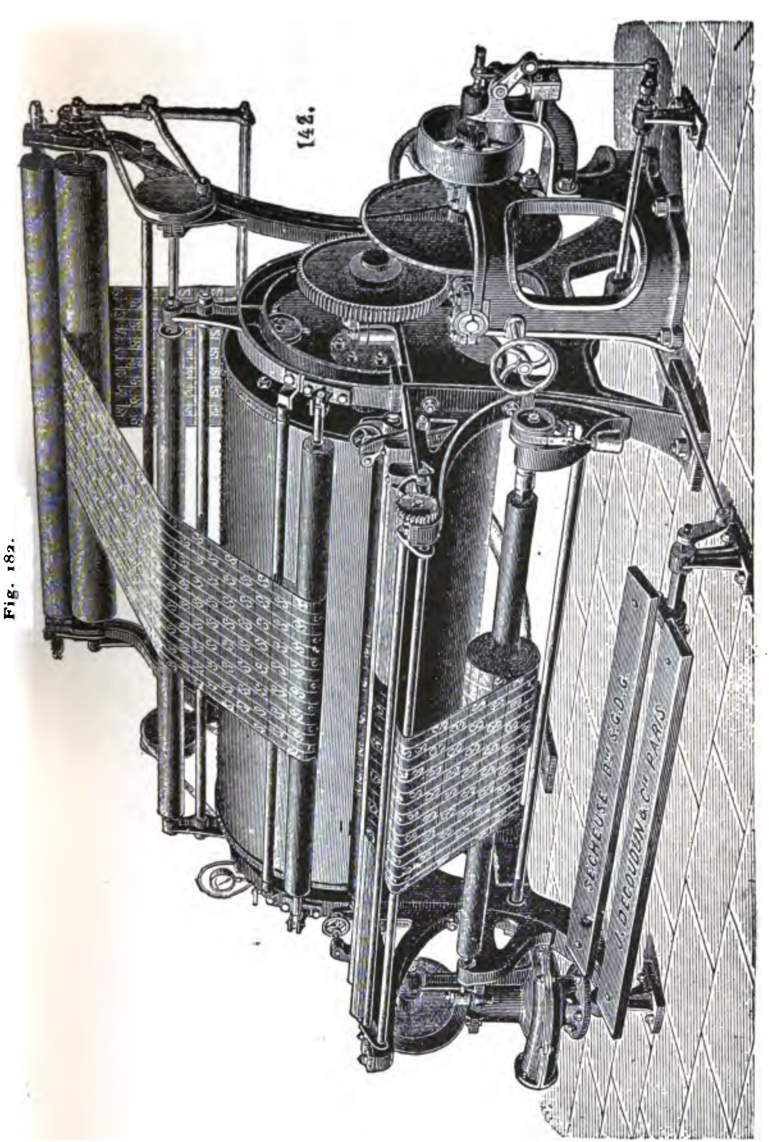
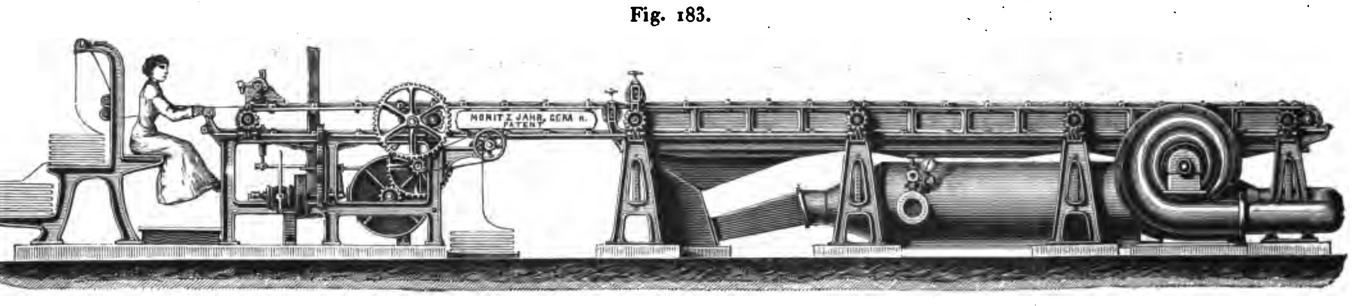


Fig. 182.

Machine à sécher à double enveloppe (Système Decoudun).

des inconvénients susdits. C'est une machine à un cylindre

Fig. 183.



Rame à 1 étage de Moritz Jahr.

sécheur. Une enveloppe fixe en métal réserve autour de ce cylindre un espace libre, qui est relié à un ventilateur aspi-

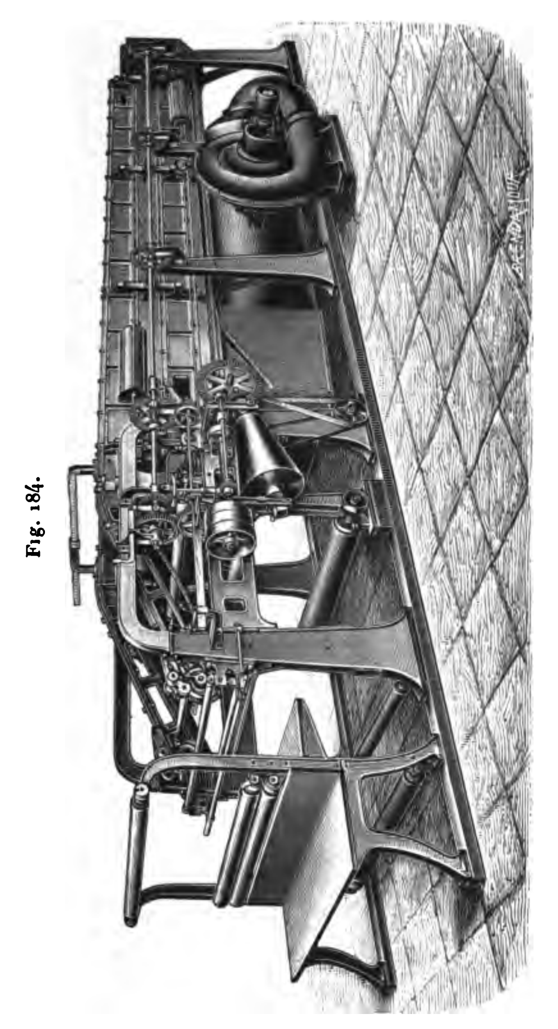


Fig. 184.

Rame à 2 étages de Moritz Jahr.

rant. Le tissu, en passant dans cet espace libre, se sèche également et rapidement puisque toutes ses parties se trouvent à peu près à la même température et que la buée

est rejetée énergiquement au dehors. Grâce à ce dispositif ingénieux, un seul cylindre sécheur possède la même effica-

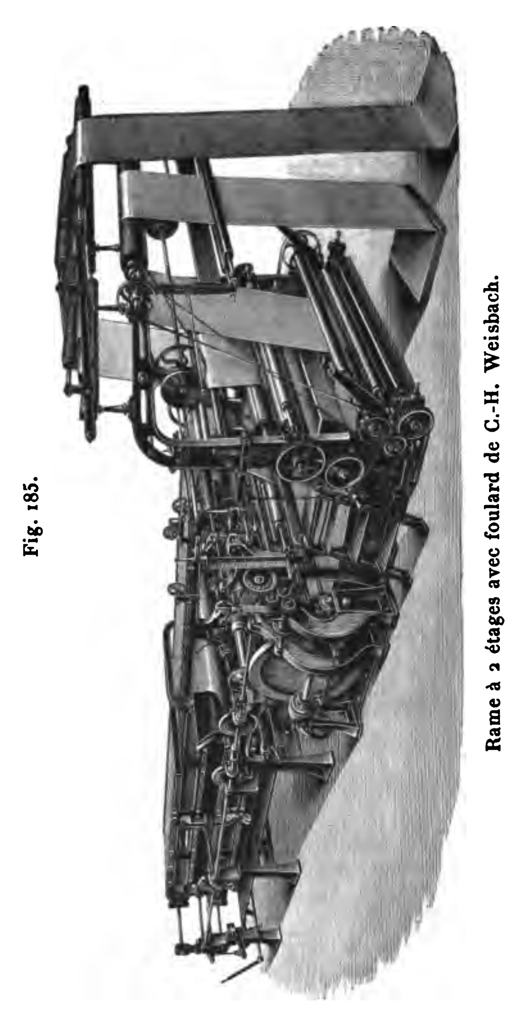


Fig. 185.

Rame à 2 étages avec foulard de C.-H. Weisbach.

cité qu'une ancienne machine à plusieurs cylindres. La *fig.* 182 représente cette machine toute nouvelle.

Les *rames* sont les derniers appareils de séchage que nous avons à voir ; elles portent aussi le nom de *rameuses*, de *métiers*

de Saint-Quentin, de *métiers à briser* et *métiers à dérailler.*

La rame la plus simple, qui est utilisée pour les tissus de laine, consiste en un cadre formé de 2 longrines en fer sur

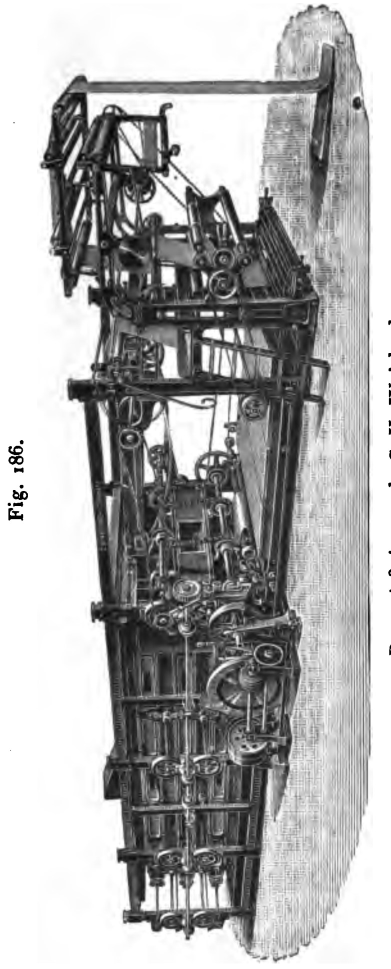


Fig. 186.

Rame à 3 étages de C.-H. Weisbach.

lesquelles sont fixés des aiguilles, des pinces ou des picots qui servent à prendre la lisière; c'est la *rame fixe.* Lorsque les organes de préhension sont portés par des chaînes sans fin animées d'un mouvement continu, nous avons la *rame*

continue. Ces machines ont de 6m à 30m de long; les rames fixes sont généralement plus longues que les rames continues. En dessous du cadre qui soutient le tissu se trouvent

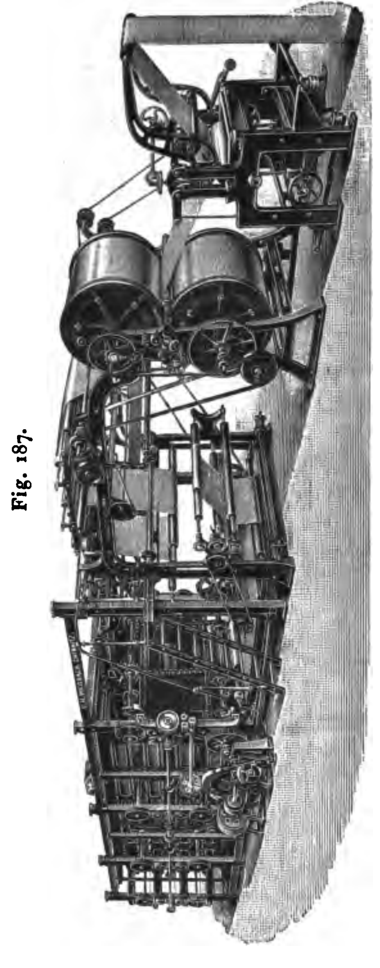


Fig. 187.

Rame à 4 étages avec foulard et tambours de séchage de C.-H. Weisbach.

des tuyaux ou des plaques à vapeur destinés à chauffer l'air; les côtés du cadre sont munis de carton-panneaux, de façon à constituer une espèce de chambre. Au lieu de chauffer l'air directement, on envoie parfois de l'air chaud au moyen d'un

ventilateur, qui le chasse dans des buses coniques. Les rames sont parfois précédées ou suivies d'un tambour sécheur, comme on le voit *fig.* 187.

Les *fig.* 183 à 187 représentent des modèles de rames perfectionnées. Afin d'éviter l'excès de longueur de la machine, les constructeurs font revenir une, deux, trois fois, et même dix fois le tissu; on a ainsi des rames à un ou plusieurs parcours, à un ou plusieurs étages. La *fig.* 183 est relative à une *rame perfectionnée Moritz Jahr à 1 étage;* elle comporte une injection d'air chaud par un ventilateur; à l'entrée de la machine, une brosse, qui force le tissu dans les aiguilles de la chaîne, borne le travail de l'ouvrière à guider le tissu devant la brosse. La *fig.* 184 représente une *rame pour draps et flanelle à 2 étages,* du même constructeur. Les *fig.* 185, 186 et 187 représentent des *machines à ramer à 2, 3 et 4 étages de C.-H. Weisbach;* celle à 2 étages est précédée d'un foulard et de tambours de séchage.

Pour les draps épais, M. Mathieu construit une *rame circulaire* à un seul tambour très grand; les picots sont disposés sur des bandes hélicoïdales en fer plat, placées les unes en face des autres sur deux forts croisillons. Le séchage s'effectue par rotation. Les *rames sécheuses et carboniseuses* du même constructeur pour tissus épaillés et à dix parcours ont reçu de nombreuses applications.

Nous retrouverons les rames lorsque nous étudierons les apprêts des tissus.

QUATRIÈME SECTION.

OPÉRATIONS DIVERSES.

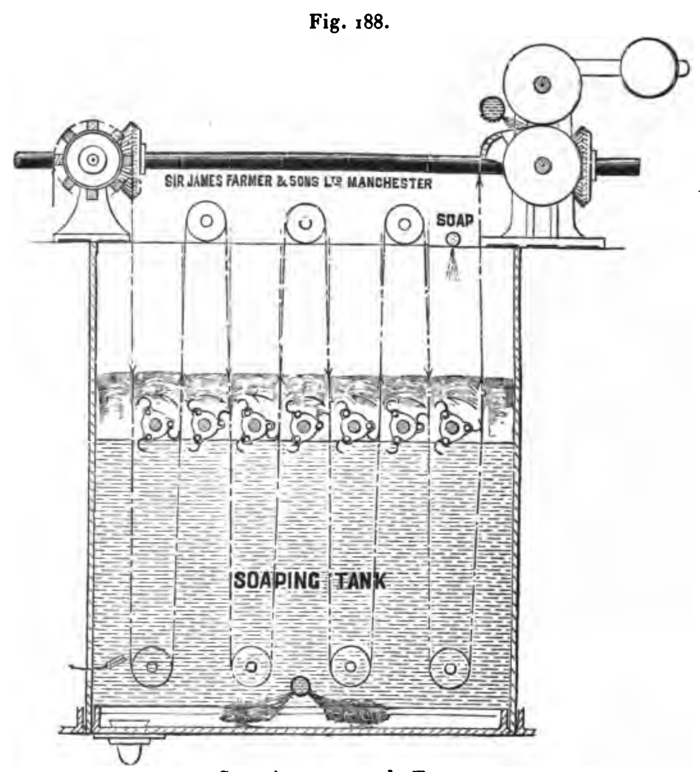
Le savonnage, le vaporisage et les divers traitements mécaniques qui se rattachent aux apprêts sont l'objet de cette Section.

DU SAVONNAGE.

Les écheveaux sont savonnés à la main ou dans les machines à mordancer et à laver les écheveaux.

Les tissus sont savonnés au foulon, aux machines à laver en large ou en boyaux, enfin à la *machine à savonner* ou savonneuse. La *machine à savonner au large de Farmer* est formée d'une série de cuves à roulettes analogues à l'élément représenté *fig.* 188. J'ai parlé assez fréquemment de cette disposi-

Fig. 188.



Cuve à savonner de Farmer.

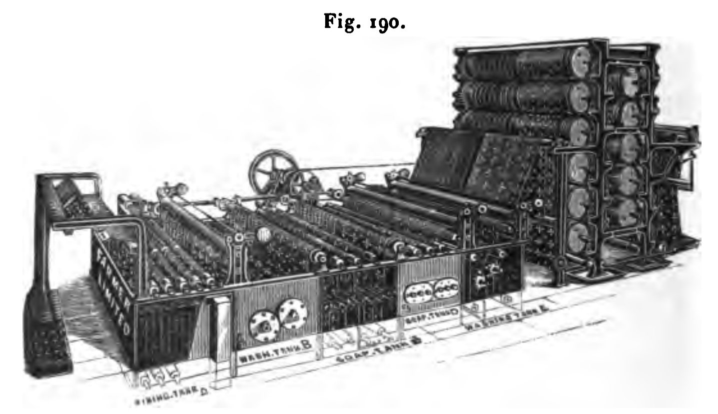
tion pour ne plus avoir à la décrire ici ; elle est applicable, non seulement au savonnage, mais encore à la teinture, au lavage, au dégommage, etc., et, en plaçant à la suite une série de ces cuves, on peut réaliser d'une façon continue la succession ininterrompue de différentes opérations. La cuve de la *fig.* 188 est pourvue en haut d'un tuyau d'amenée de la dissolution de savon, en bas d'un barboteur, d'une tubulure d'abduction

Fig. 189.

Machine à savonner au large de Farmer.

et d'une tubulure de vidange, au milieu d'une série de 7 batteurs laveurs à augets mobiles en laiton du système Farmer, dont j'ai déjà fait ressortir l'excellence à propos du lavage. La *fig.* 189 donne une vue en perspective d'un savonnage à batteurs. A est une cuve de fixage; B une cuve de lavage à 2 batteurs sur deux niveaux différents : ce dispositif est celui recommandé de préférence pour le rinçage à l'eau froide; C, D, E, F sont des cuves de savonnage; G est une cuve de rinçage. Chacune de ces cuves est munie de batteurs. A la suite des cuves de fixage et des cuves de savonnage, un exprimeur avec pression par levier. La *fig.* 190 donne une

Fig. 190.



Machine à savonner au large avec séchoir vertical de Farmer.

vue en perspective d'un savonnage complet double largeur combiné avec son séchoir. B est une cuve à laver; C, D des cuves à savonner; E une cuve à rincer. A la sortie du savonnage et de la machine, des exprimeurs munis de pression par levier avec décharge instantanée par cames, le dernier généralement à levier double pour avoir un minimum d'eau dans la pièce avant d'aller au séchoir. La vitesse des batteurs et celle du tissu sont indépendantes. Celle du tissu est de 25^m à 55^m à la minute.

Dans la *savonneuse à bâti ouvert de J. Hawthorn,* un tambour de grand diamètre portant à sa surface 27 ailettes et accomplissant sa révolution en 8 minutes se trouve intercalé

dans le parcours du tissu; les plis de celui-ci se logent dans les intervalles des ailettes. On arrive par ce moyen à prolonger l'immersion du tissu et à diminuer la tension à laquelle il est soumis, le nombre des rouleaux s'abaissant à une cinquantaine au lieu d'une centaine.

VAPORISAGE.

Nous avons vu (tome I, page 81) le rôle que le vaporisage [1] joue pour fixer ou pour former par oxydation certaines teintures, et tout particulièrement le noir d'aniline. Cette oxydation peut se faire à l'étente, mais elle s'effectue plus commodément dans des appareils spéciaux.

L'oxydation des écheveaux se fait le plus fréquemment dans une *chaudière à vaporisage,* en tôle de fer munie d'un manomètre, d'une entrée de vapeur, d'une soupape de sûreté, d'une porte à charnière, etc. Les mateaux de coton sont suspendus à des barreaux en bois et placés sur un carré en fer monté sur roues; le cadre est chargé, puis poussé dans la chaudière à vaporiser. La porte est fermée hermétiquement au moyen de vis à charnières, puis on introduit la vapeur. Au-dessus des écheveaux, on dispose une toile pour empêcher les effets de la condensation fortuite. Généralement la chaudière est horizontale; on l'entoure d'une chemise en maçonnerie pour éviter les pertes de chaleur. Elle a un diamètre de $1^{m},50$, et une longueur de $2^{m},50$ pour un chargement de 50^{kg} répartis sur 25 barreaux. Une manivelle placée à l'extérieur permet d'imprimer aux écheveaux un mouvement de rotation. On emploie aussi des *caisses* rectangulaires en bois de 2^{m} à 3^{m} de long sur $1^{m},50$ de large, avec couvercle supérieur à charnière. Les écheveaux y sont mis sur des barreaux quadrangulaires que l'on peut faire tourner de l'extérieur au moyen d'une manivelle. C'est le système de vaporisage dit *à poches tournantes.*

Enfin on peut placer les écheveaux sur l'un des *appareils*

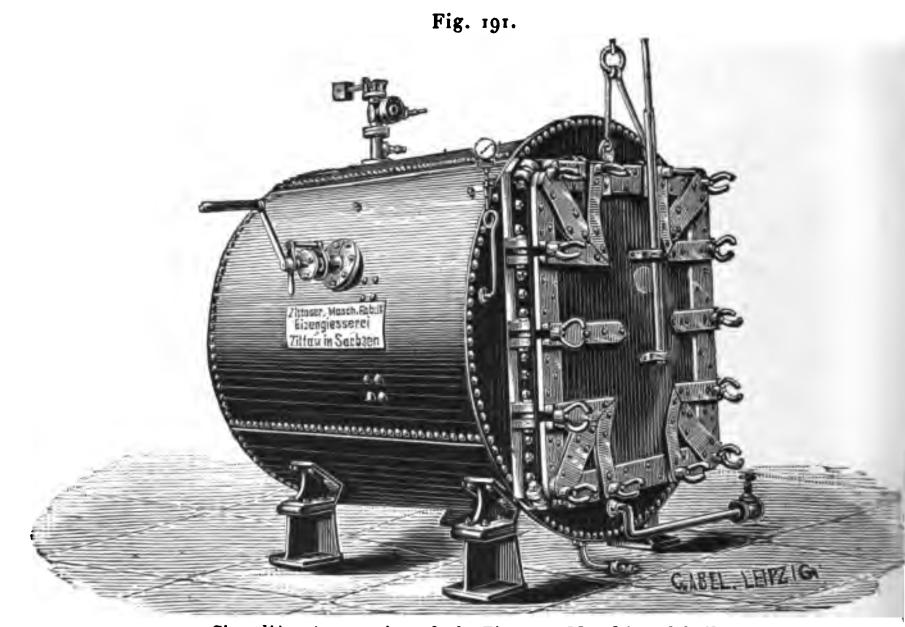
---

(1) Le matériel de vaporisage, en tant que moyen d'apprêt, sera étudié plus loin.

à sécher *rotatifs* ou verticaux, qui ont été décrits p. 3o3, et introduire l'appareil dans une chambre à vapeur.

Les tissus se vaporisent également soit dans une caisse à poches tournantes, soit dans une chambre à vapeur à roulettes, réduite parfois à une chargeuse très petite, comme c'est le cas lorsqu'il s'agit de vaporiser à la suite du chlorage des tissus, soit dans une chaudière à vaporiser comme celle de la *fig.* 191, pour le vaporisage sous pression; le tissu est en

Fig. 191.



Chaudière à vaporiser de la Zittauer Maschinenfabrik.

plis renfermés dans des doubliers. Pour de grandes productions, on emploie des appareils continus, à roulettes ou mieux à tringles.

La *machine à oxyder système Preibisch,* construite par M. Dehaître pour le développement continu du noir d'aniline sur les tissus teints en pièces (*fig.* 192) se compose principalement d'une grande caisse en bois portée sur toute sa longueur sur des bâtis en fonte et chauffée intérieurement. Les

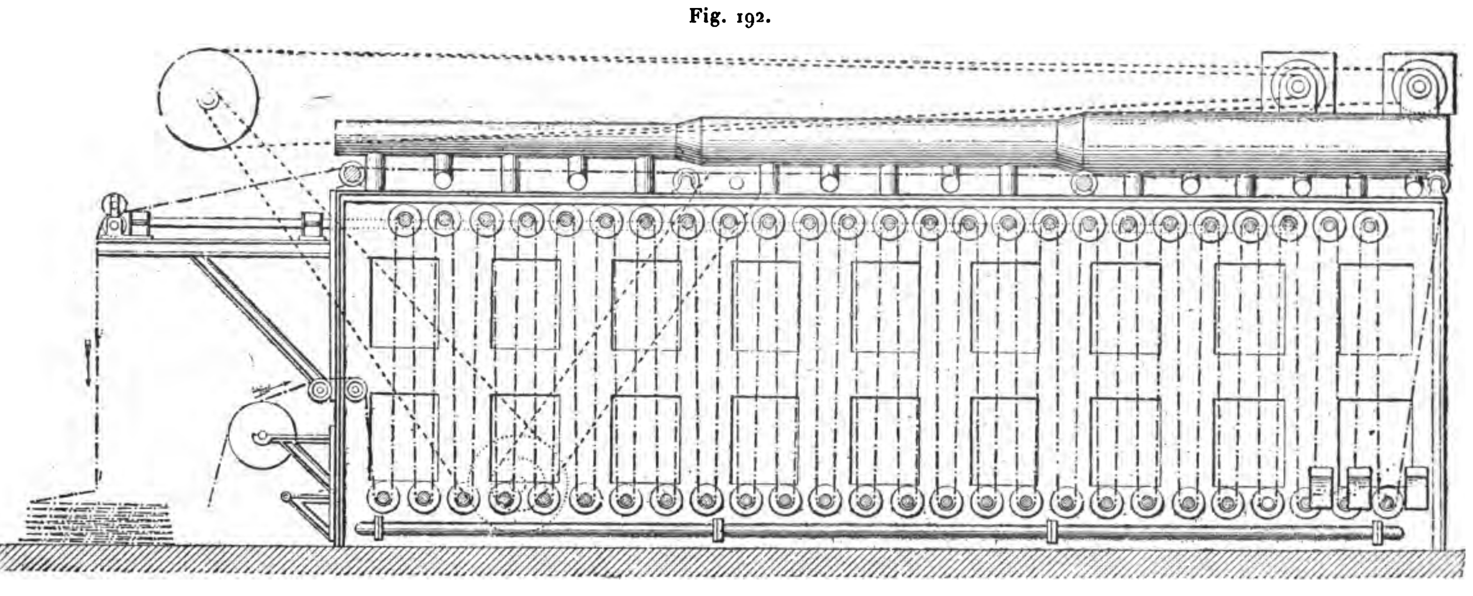
pièces y sont transportées selon les parcours verticaux qui leur sont donnés par des tournettes placées alternativement à la partie supérieure et à la partie inférieure de la machine. L'air contenant les vapeurs acides qui se dégagent est aspiré régulièrement à la partie supérieure par deux ventilateurs aspirants placés à l'extrémité d'une conduite collective dans laquelle viennent aboutir les nombreux tuyaux de prise d'air intérieur. Le développement du noir s'effectue par une injection de vapeur. Des regards vitrés permettent de surveiller l'opération. L'appareil a 12^m de long sur $2^m,30$ de large et $2^m,80$ de haut; sa production est d'environ 3000^m par jour pour une largeur de tissu de $1^m,600$.

La *machine à vaporiser à la continue de Mather et Platt* consiste en une chambre à vaporiser en bois avec rouleaux en cuivre pour guider le tissu, tuyaux à vapeur perforés, tuyaux d'injection de vapeur, chauffage des parois au moyen de plaques à vapeur, pour empêcher la condensation de l'humidité, ventilateur et hotte pour enlever les vapeurs, regards vitrés pour suivre l'opération. Le tissu entre et sort par la même ouverture; il ne séjourne dans la chambre que une minute et demie à deux minutes. Pour l'oxydation du noir d'aniline, on opère à 80°. Cet appareil est très répandu et a pris dans les ateliers le nom de *Mather-Platt.*

Le *vaporisage continu de M. Em. Welter* repose sur le principe de deux chaînes sans fin en bronze entraînant les tringles qui supportent le tissu.

La *fig.* 193 représente la *chambre à vaporiser à la continue de MM. Mather et Platt* destinée principalement au fixage des couleurs d'impression, mais que je décris ici à cause d'un perfectionnement, très important et d'une application générale, que ces ingénieux constructeurs y ont apporté. Les rouleaux et les tringles auxquels le tissu est suspendu, au lieu d'être fournis à la main à l'entrée et à la sortie, demeurent dans la chambre à vaporiser, et y circulent automatiquement grâce à deux chaînes C qui voyagent le long de chaque paroi. Ces chaînes portent des crochets H qui saisissent les rouleaux vides à l'extrémité de la machine, à des intervalles de temps déterminés; ils les entraînent à travers la chambre, et viennent les placer sur les supports A' vis-à-vis

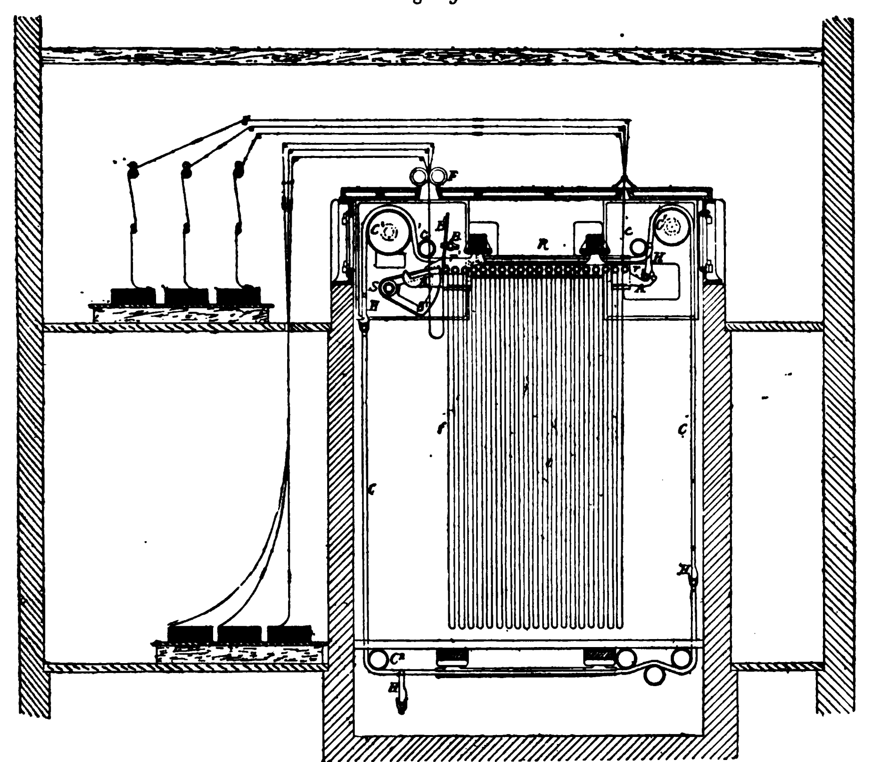
Fig. 192.



Appareil Preibisch de F. Dehaître.

du tissu. Tout en haut de la chambre, et sous le plafond formé de boîtes à vapeur, se trouvent deux guides sur lesquelles les extrémités des tringles reposent. Les rouleaux placés dans le support A′ à l'entrée de la machine se trouvent poussés peu à peu au moyen d'une came B′ jusque sur le tissu entrant, et

Fig. 193.



Chambre à vaporiser les tissus, modèle perfectionné de Mather et Platt.

les mouvements relatifs des chaînes et des tissus sont réglés de façon que chaque rouleau vienne se mettre en contact avec le tissu tous les dix mètres. Le rouleau se meut sur les guides, se transporte à l'autre extrémité *r* où il tombe sur un nouveau support A, et, tandis que le tissu sort de la chambre,

le rouleau est repris par les crochets de la chaîne et ramené à l'entrée de la chambre. Cette disposition si ingénieuse et si simple supprime le travail des ouvriers à l'entrée et à la sortie, rend insignifiantes les pertes de vapeur, car les ouvertures sont réduites au minimum, supprime enfin toute condensation d'eau sur les rouleaux qui conservent toujours la même température. L'allongement de la chaîne sous l'action de la chaleur est, bien entendu, compensé.

La détermination et le réglage des températures dans les chambres d'oxydation et de vaporisage se font au moyen du thermomètre, du psychromètre, des régulateurs (*voir* p. 94), ou, lorsque l'on vaporise sous pression, en réglant la pression (*voir* p. 84) qui est reliée à la température par une relation connue (*voir* p. 72).

DES APPRÊTS.

On entend sous le nom d'*apprêts* un ensemble d'opérations qui ont pour but de donner aux matières textiles les qualités d'aspect, de toucher, etc., les plus favorables pour en faire des objets marchands. Cette appellation d'apprêts se rapporte donc surtout à des opérations finales, et en particulier aux effets produits par l'action de cylindres et de presses. On l'étend parfois à toutes les opérations que les matières textiles subissent en dehors de la filature, du tissage, du blanchiment, de la teinture, de l'impression proprement dits; c'est dans ce sens que nous l'entendons ici, et cette division de mon Ouvrage comprendra tous les traitements des matières textiles qui n'ont pas figuré dans les autres divisions. Je les passerai en une revue qui sera forcément très succincte, mais se développera dans les figures jointes au texte.

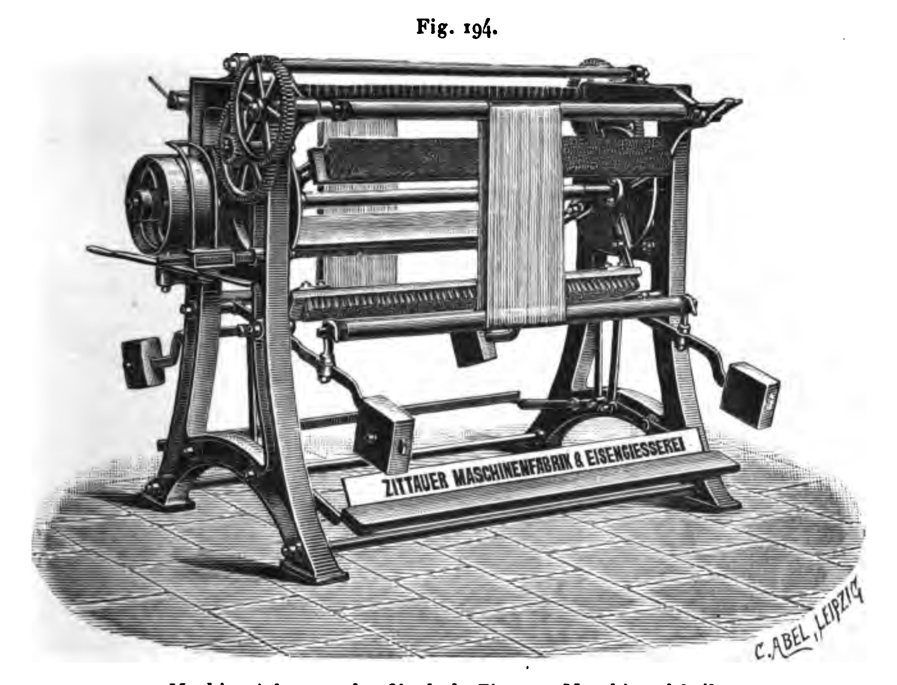
Je parlerai successivement du traitement des fils et du traitement des tissus.

Traitement des fils. — Les fils sont occasionnellement, soit avant la teinture, soit au cours même, soit après, grillés, vaporisés, encollés et parés, lustrés, secoués et chevillés.

Grillage. — Il importe que les fils de coton soient débar-

rassés de tous duvets et de toutes aspérités, lorsqu'ils doivent apparaître nettement à la surface de certains tissus, par exemple des velours, des dentelles, etc. Cet effet s'obtient en faisant passer les fils dans deux ou trois flammes de gaz d'éclairage. Le *métier à gazer les fils de coton de MM. Willain fils et Cie*, de Lille, a résolu ce problème industriel de la

Fig. 194.



Machine à brosser les fils de la Zittauer Maschinenfabrik.

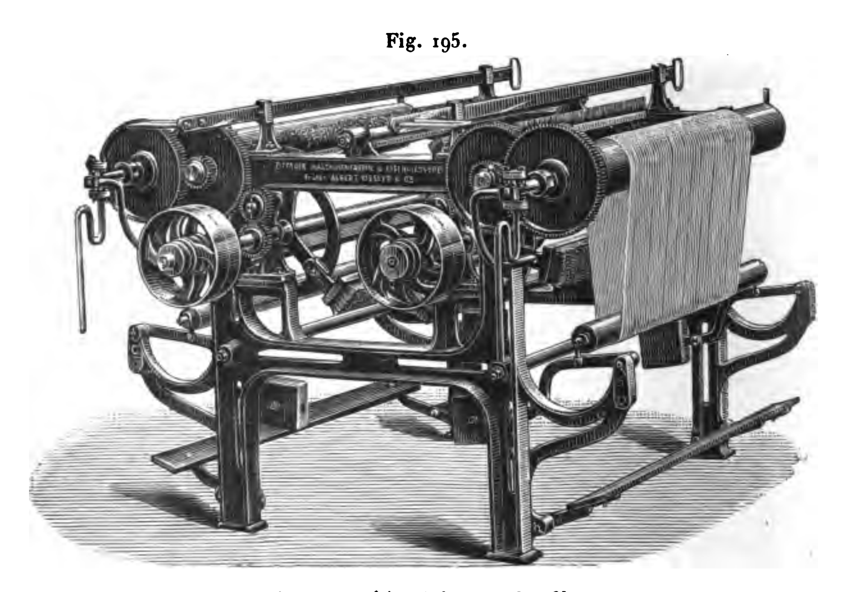
façon la plus heureuse au point de vue hygiénique, en rendant la flamme des brûleurs fixe par une injection d'air sous pression, et en permettant par suite la ventilation des ateliers, ce qui a transformé cette industrie, qui était l'une des plus insalubres.

Vaporisage. — Les fils de laine sont vaporisés pour fixer leur torsion; l'*appareil Heilmann* est l'un des meilleurs. Les

chaînes de laine, de coton, peuvent également être vaporisées sur ensouple perforée.

Encollage et parage. — L'imprégnation des fils de chaîne avec une colle, un parement, à base de fécule ou de gélatine, formés à l'aide des ingrédients que j'ai cités (t. I, p. 81), a pour objet de coucher le duvet du fil et de le rendre moins

Fig. 195.

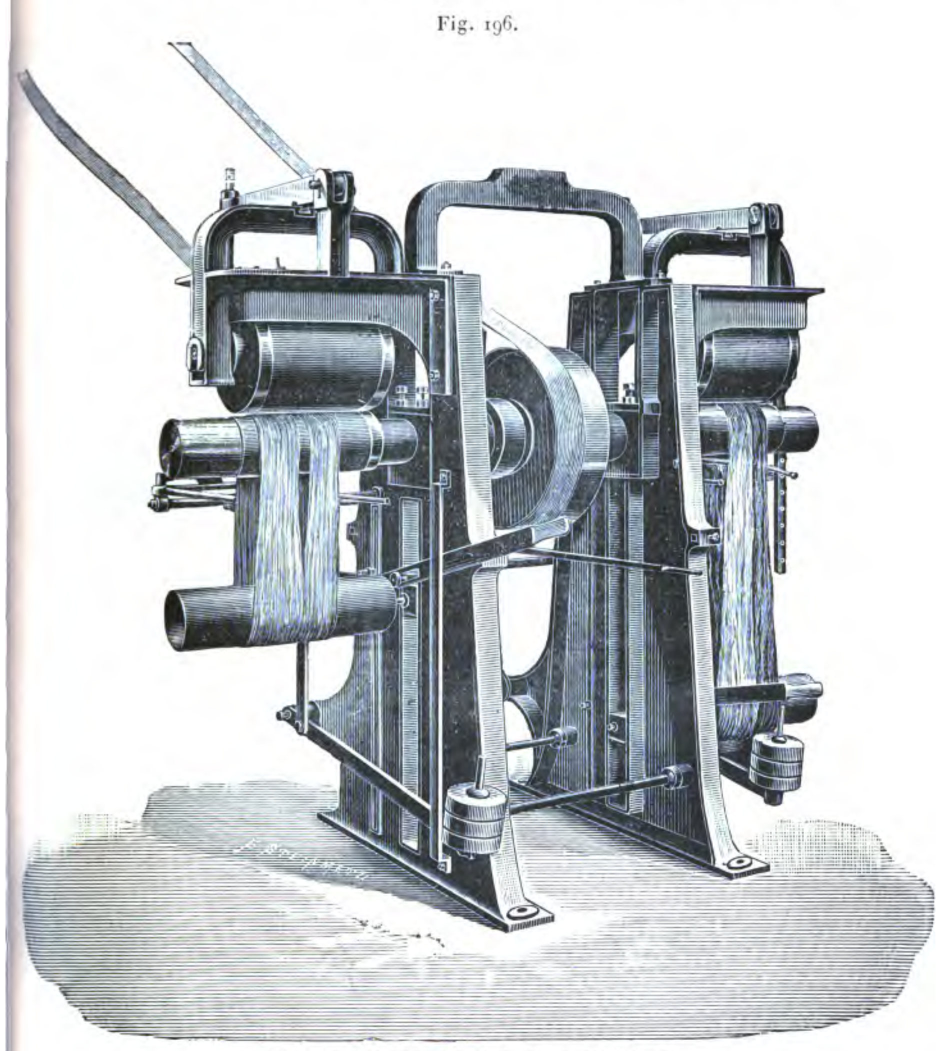


Autre machine à brosser les fils.

cassant au tissage. Quand la colle n'est incorporée que dans la proportion de 6 à 10 pour 100, qu'elle reste à la surface, que le séchage consécutif est rapide, l'opération prend le nom de *parage*. Elle prend celui d'*encollage*, lorsque la colle se donne en bain bouillant, pénètre les fils et s'y incorpore dans une proportion de 15 à 30 pour 100. Les chaînes sont le plus souvent encollées au large, au moyen d'*encolleuses* à séchage par air chaud, les seules employées lorsqu'il s'agit de la laine, ou d'encolleuses à un ou deux tambours sécheurs avec terminaison du séchage par passage au-dessus de tuyaux à vapeur ou dans une chambre chaude. A l'entrée de la ma-

chine un système de vaporisage pour bien ouvrir le fil; puis

Fig. 196.

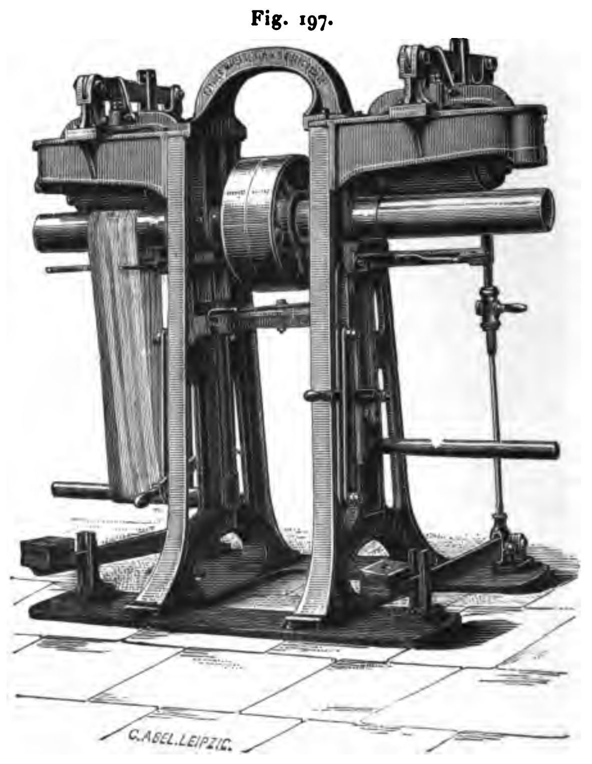


Machine à lustrer le fil de C.-H. Weisbach.

une bache à colle; un système de lattes pour enlever l'excès de colle; une hotte d'échappement au-dessus des tambours

sécheurs pour enlever l'humidité. Les *pareuses* marchent à vitesse moindre; elles fonctionnent avec brosses; leur travail convient pour filés fins et pour filés teints. Les encolleuses sont plus productives et plus économiques, mais leur travail est moins bon. Les encolleuses les plus perfectionnées sont

Fig. 197.



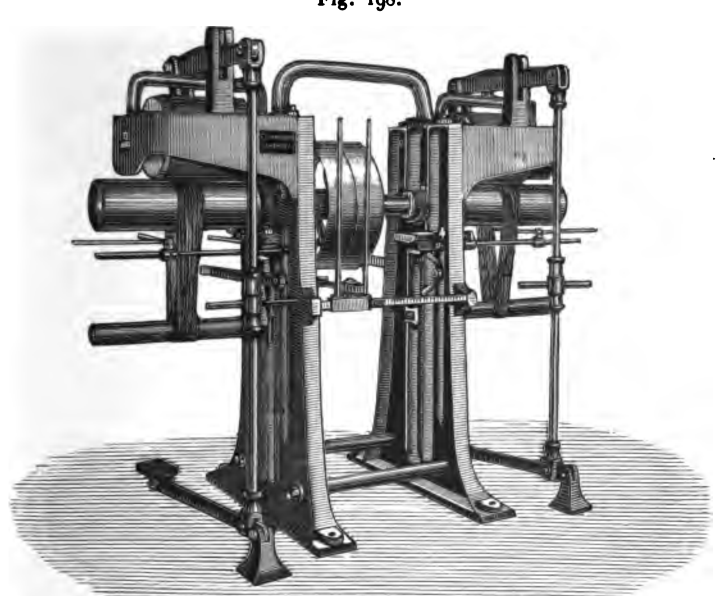
Mangle à fil de la Zittauer Maschinenfabrik.

celles de Vandamme, Howard et Bullough, J. Groshens. Les chaînes de couleurs multiples sont encollées aussi sous forme d'écheveaux, au moyen de *machines à imprégner* analogues à celles représentées *fig.* 83, 84 et 85.

Lustrage. — Le lustre ou *glaçage* s'obtient, sur fil écru ou encollé, en brossant les filés en écheveaux, comme le

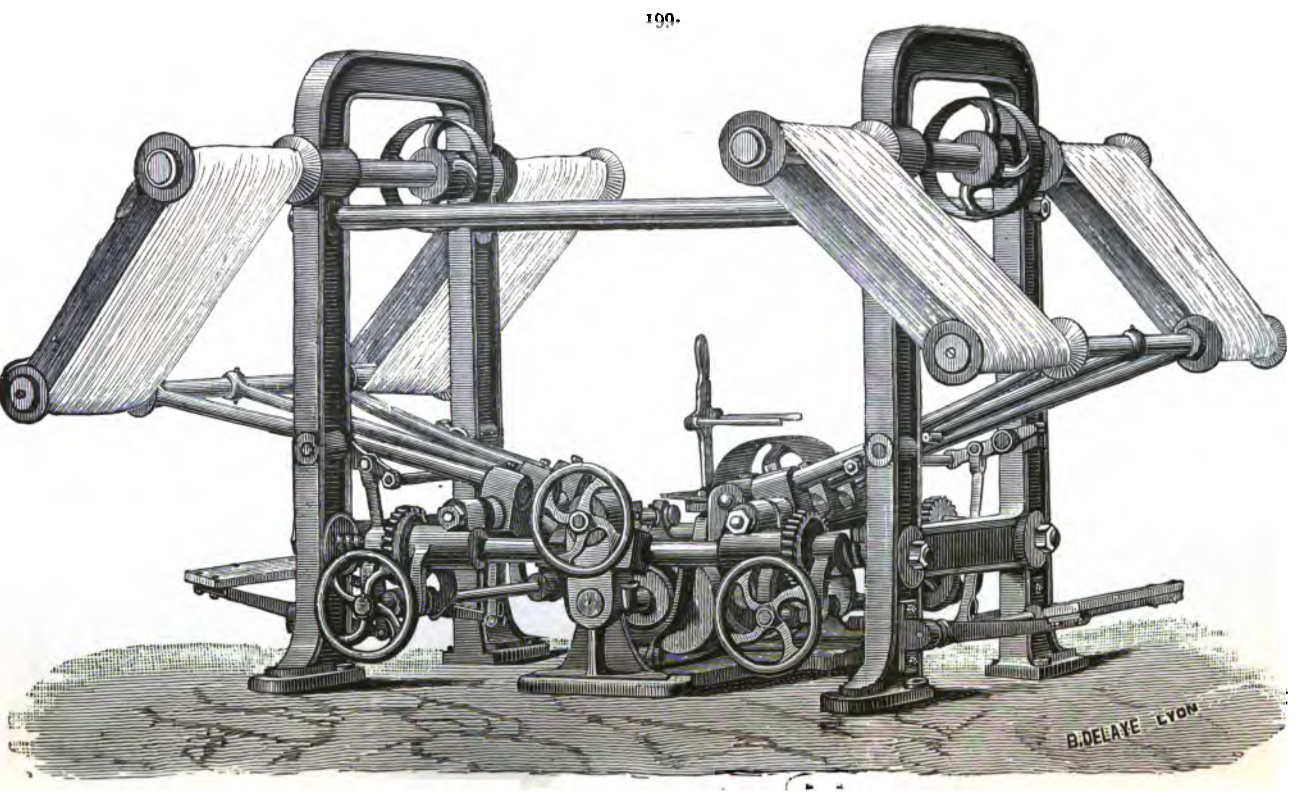
montrent la *fig.* 194 et la *fig.* 195 représentant deux *machines à lustrer de la Zittauer Maschinenfabrik,* ou en étirant le fil au moyen de cylindres comme dans la *machine à calandrer de C.-H. Weisbach* (*fig.* 196), dans la *mangle à fils de la Zittauer Maschinenfabrik* (*fig.* 197) ou comme dans la *machine à calandrer à 4 rouleaux de Haubold* (*fig.* 198).

Fig. 198.



Machine à lustrer les fils de Haubold.

Les soies sont soumises à des opérations mécaniques toutes spéciales. Le *secouage* entre deux bâtons ou deux bobines qui étire les fils également et les parallélise; le *chevillage* qui tord fortement sur elles-mêmes les flottes de soie après teinture et contribue à lisser les fibres; le *lustrage* par étirage au moyen de l'action de deux cylindres à rotation lente sur lesquels on engage les écheveaux. Cet étirage se fait au mieux dans une enceinte de vapeur. La *fig.* 199 représente la *secoueuse de C. Corron;* la *fig.* 200, la *chevilleuse de Buffaud*

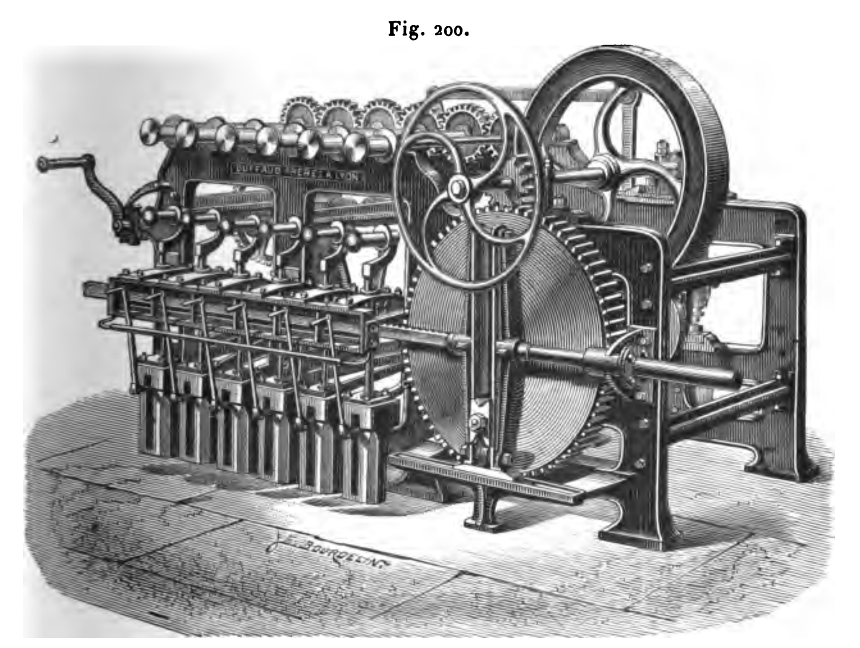


Machine à secouer et dresser les écheveaux de M. César Corron.

et Robatel; la *fig.* 201, une *lustreuse à trois cylindres de O. Lumpp.* Celle-ci lustre en même temps la soie à l'intérieur et sur le dos, en plaçant les deux brins de l'écheveau du même côté du cylindre du milieu. Les cylindres sont chauffés, à l'exception du cylindre extenseur que l'on manœuvre au moyen d'une vis.

Il ne reste plus qu'à empaqueter les fils; la *fig.* 202 représente une presse destinée à cet objet.

Fig. 200.



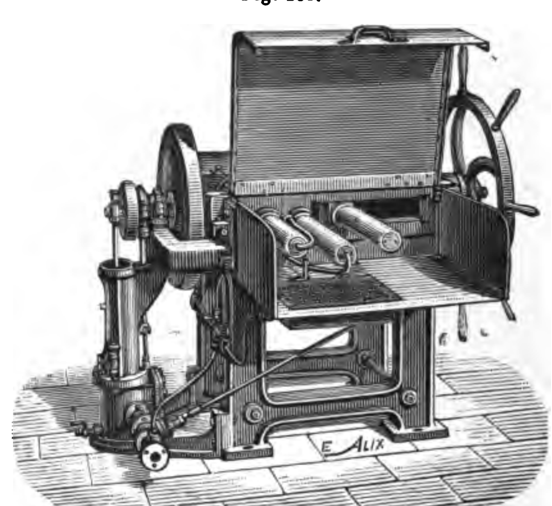
Machine à cheviller de Buffaud et Robatel.

Traitement des tissus. — Les tissus peuvent être soumis aux traitements les plus variés : le grillage, le tondage, l'encollage, l'élargissage, l'humectage, le vaporisage, le lainage, le foulage, le cylindrage, le gaufrage sont les principaux. Dans tous ces traitements, ce sont les machines et les tours de main qui jouent le principal rôle.

Grillage. — L'enlèvement des fibres folles qui font saillie

à la surface des tissus s'effectue par une combustion rapide au moyen des *machines à griller* ou *à flamber* ou *à gazer*. Le principe de ces machines consiste à faire passer rapidement le tissu au large devant une plaque rougie, ou entre deux cylindres portés au rouge, ou vis-à-vis des tubes rougis animés d'un mouvement de rotation (Mather et Platt) ou vis-à-vis d'une série de becs de gaz formant rampe. On a appliqué également la flamme de l'alcool et l'incandescence d'un fil

Fig. 201.

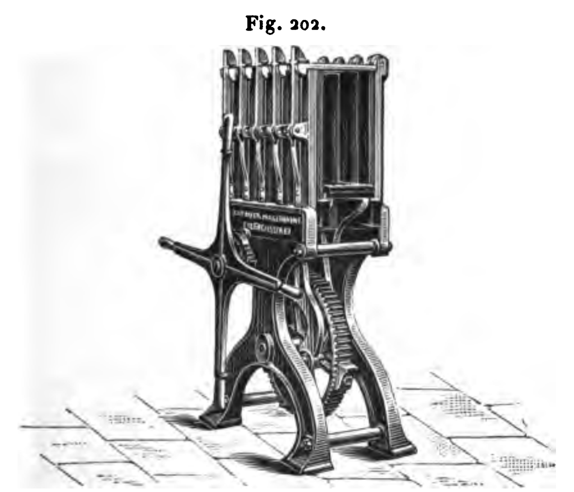


Machines à étirer et à lustrer les soies de O. Lumpp.

parcouru par un courant électrique (F. Dehaître, Mather et Platt), mais les machines à rampes de gaz sont les plus employées pour les tissus de coton et pour ceux de laine légers, et celles à plaques ou à cylindres pour les tissus de laine épais et pour ceux de soie. Le tissu rencontre, aussitôt après l'organe de grillage, un baquet à eau. Parmi les différents types, je citerai : la *machine de Tulpin;* l'excellent *grilloir à gaz d'Ém. Welter,* avec égalisation de la flamme par injection d'air au moyen d'un roots-blower, et mouvement brusque à levier pour écarter le tissu des brûleurs; la *machine de Blanche,*

perfectionnée par *Descat-Leleux* et construite par F. Dehaître;

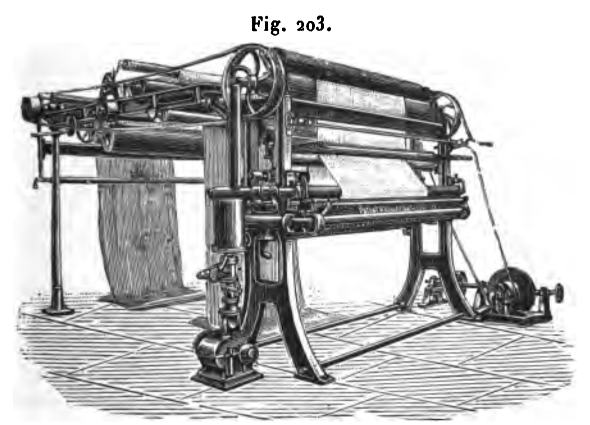
Fig. 202.



Presse à empaqueter les fils.

elle est à trois rampes de becs et consomme 200^{lit} de gaz à l'heure pour une production de 300^{m} de calicot : c'est l'une des

Fig. 203.



Machine à griller à deux rangs de C.-H. Weisbach.

meilleures. Je citerai encore la nouvelle *machine à griller de C.-H. Weisbach* (*fig.* 203), avec appareil spécial pour mélan-

ger l'air et le gaz et l'injecter dans les becs et avec une brosse ou appareil à mouiller; enfin, la *machine à gazer de Moritz Jahr* (*fig.* 204). L'opération du grillage est généralement

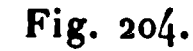
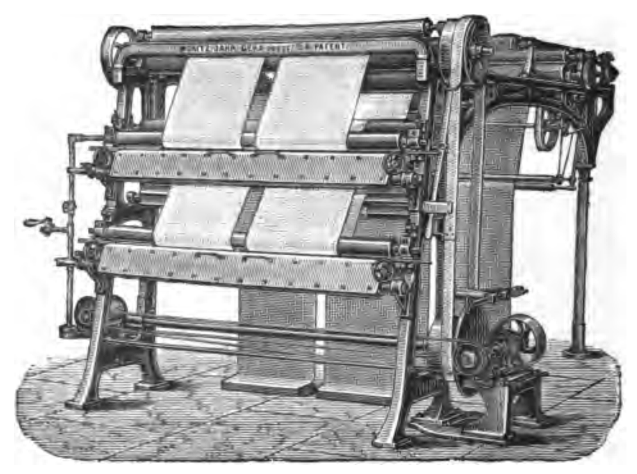


Fig. 204.



Machine à gazer de Moritz Jahr.

faite pour les tissus de coton en écru avant blanchiment, et dans ce cas elle est suivie d'un mouillage; pour ceux de laine, elle se fait souvent après teinture, et est suivie d'un brossage.

Tondage. — C'est l'opération par laquelle la surface des tissus de coton, de laine, etc., est rendue nette. La *machine à tondre* agit par le jeu d'un cylindre portant des lames hélicoïdales coupantes qui viennent passer vis-à-vis d'une lame fixe. On donne parfois 16, et même 20 coupes successives, comme pour les mérinos de première qualité.

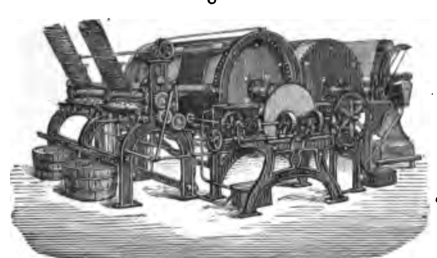
Apprêtage. — Les tissus sont raffermis et prennent de la main, du corps, par une incorporation d'un *apprêt,* colle ou gomme constituée avec une ou plusieurs des substances dont j'ai parlé dans le Tome I (p. 81); cette incorporation porte le nom d'*apprêtage,* d'*encollage,* de *gommage,* d'*empesage.* Ce sont principalement les tissus de coton qui en sont l'objet;

les tissus de laine ne sont le plus souvent que simplement gommés. La préparation des apprêts a été décrite dans ce Volume (p. 141 et suivantes).

Les *machines à apprêter* servent à déposer dans les tissus les apprêts ainsi préparés. Ces machines ont pour principe soit une imprégnation en bain plein ou d'un seul côté du tissu au moyen d'une sorte de foulard (*voir* p. 250); soit une quasi-impression de l'apprêt avec des rouleaux gravés à picot; soit une friction continue du tissu sur le rouleau fournisseur d'une sorte de mangle; soit un brossage comme pour les toiles cirées. Dans le cas des foulards, la bassine à apprêt peut être fixe ou ascensionnelle. Pour les apprêts fortement chargés, une racle enlève l'excès de l'apprêt. Le dépôt de l'apprêt une fois effectué sur le tissu, on le fixe par un séchage, généralement au moyen de cylindres chauffés ou au moyen de rames.

Une machine à apprêter comprend donc un dispositif pour déposer l'apprêt et un dispositif pour le sécher. Les *fig.* 181, 185, 187 ont déjà montré des foulards à apprêter suivis du dispositif propre à sécher. La *fig.* 205 représente une *machine*

Fig. 205.



Machine à apprêter et sécher de Tulpin.

à apprêter et sécher de Tulpin; la *fig.* 206 une *machine à apprêter de Moritz Jahr* (l'Appendice II, consacré au matériel du teinturier en chiffon, contiendra la description d'une *machine* analogue *de M. Pingrié*); la *fig.* 207, une *machine à apprêter les tissus de soie de la Zittauer Maschinenfabrik.* Citons aussi les *machines à apprêter système Decoudun, Dehaître,* etc. La manière de sécher a d'ailleurs une grande

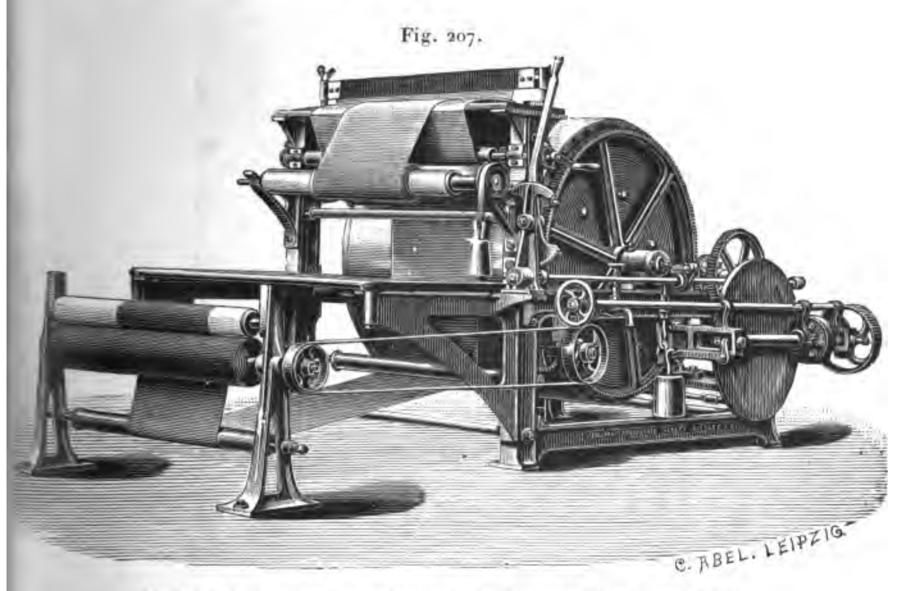
Fig. 206.

Machine à apprêter de Moritz Jahr.

importance sur l'apprêtage; pour les tissus chargés d'apprêt, généralement le mieux est de sécher à l'envers et d'apprêter à l'endroit.

Les matières d'apprêt sont souvent nécessaires pour donner du maintien aux tissus; mais elles ne doivent pas agglutiner les fils ensemble, au point de faire perdre aux tissus leur souplesse. Le *dérompage* ou *brisage* a pour but d'enlever

Fig. 207.



Machine à apprèter les soieries de la Zittauer Maschinenfabrik.

l'excès de raideur que les tissus conservent parfois après l'apprêt. Le dérompage se fait encore à la main surtout pour les soieries. La machine à dérompre pour coton repose sur l'emploi de rouleaux avec lames en spirale, et pour soieries, sur celui de rames ou sur celui de rouleaux garnis de clous, à tête ronde, comme l'indique la *fig*. 208. Le système Garnier, construit par F. Debaître, se rattache à ce dernier principe, mais est horizontal.

Élargissement. — Par leur passage aux diverses machines

nécessaires à leur traitement, machine de blanchiment, de teinture, de lavage, d'apprêt, etc., les tissus subissent un allongement dans le sens de la longueur et en conséquence un rétrécissement dans le sens de la largeur; la perte peut aller jusqu'à 10 pour 100. On rend aux tissus leur largeur

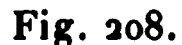


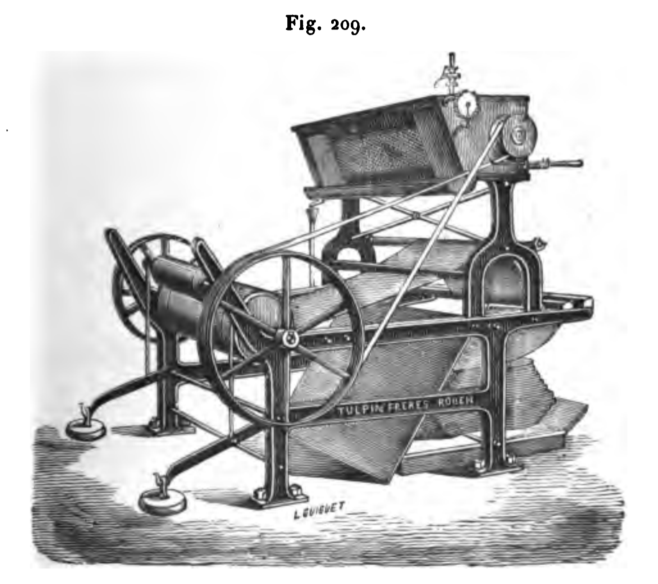
Fig. 208.

Machine à dérompre les soieries de la Zittauer Maschinenfabrik.

ou laize primitive, soit au moyen d'organes particulièrement agencés pour *élargir*, soit au moyen des rames. Citons, parmi les organes qui servent à élargir, les barres à rainures transversales, les rouleaux angulaires de Coyot perfectionnés par Birch, les disques préhenseurs de C. Tachon, les cylindres cannelés de Heilmann, de Entwisle et Gass, les poulies de

Kientzy, de Palmer, les galets de Bottex. Cet élargissement est particulièrement nécessaire pour les tissus destinés à l'impression lorsqu'on y fait des rentrures. Les tissus sont très avantageusement élargis aux rames, sur les rames mêmes qui servent à les sécher. En effet, pour cela les longrines de la rame, ou les chaînes sans fin, sont éloignées l'une de l'autre de façon à tendre le tissu à la largeur voulue. Si en même temps on

Fig. 209.

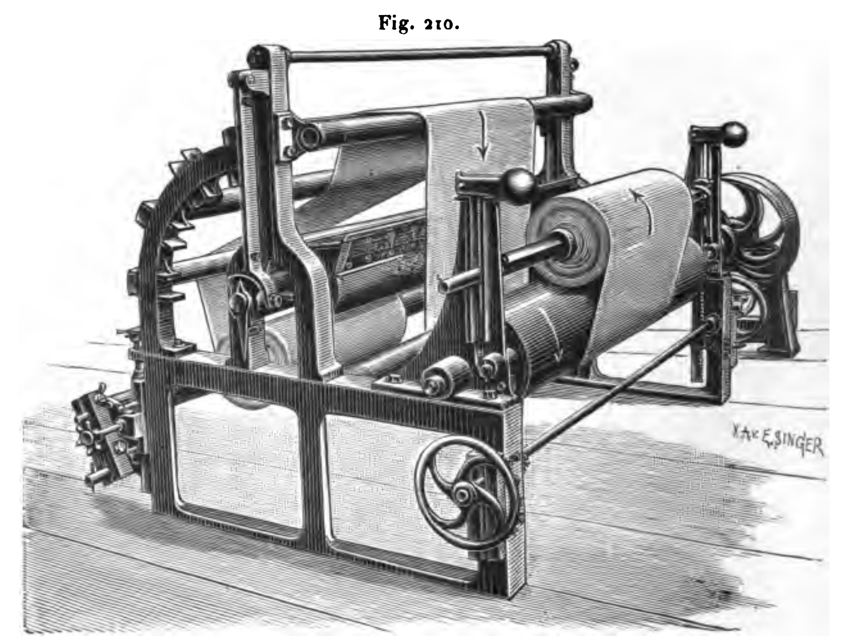


Machine à humecter les tissus de Tulpin.

imprime un mouvement d'oscillation à la trame en laissant la chaîne tendue et constamment parallèle à l'axe de la rame, les fils de trame qui ont été dérangés de leur position primitive reprennent leur disposition régulière : c'est ce qu'on appelle le *déraillage*. Cet effet de déraillage est accompagné forcément d'un effet de brisage si le tissu est trop raide. Ainsi le passage à la rame avec déraillage produit le quadruple effet de sécher, d'élargir, de dérailler et de briser. Les figures qui ont été données p. 311 et 312 sont relatives à des rames accompagnées d'un système à déraillage.

Une rame continue à mouvement de déraillage, comme par exemple la rame d'Émile Welter, comprend une table à apprêter, un foulard apprêteur, un tambour avant-sécheur, une double chaîne avec pinces, une vis pour écarter à la distance voulue les longrines qui soutiennent les chaînes sans fin et produire ainsi l'élargissement du tissu, un système de

Fig. 210.



Machine à humecter par pulvérisation, système Kron.

tuyaux à vapeur et un ventilateur pour le séchage, un mouvement automatique d'étirage intermittent pour le brisage, un cylindre sécheur à la sortie pour achever le séchage des lisières, enfin un dispositif de pliage ou d'enroulement. Elle peut produire 15000^{m} de tissus en 10 heures.

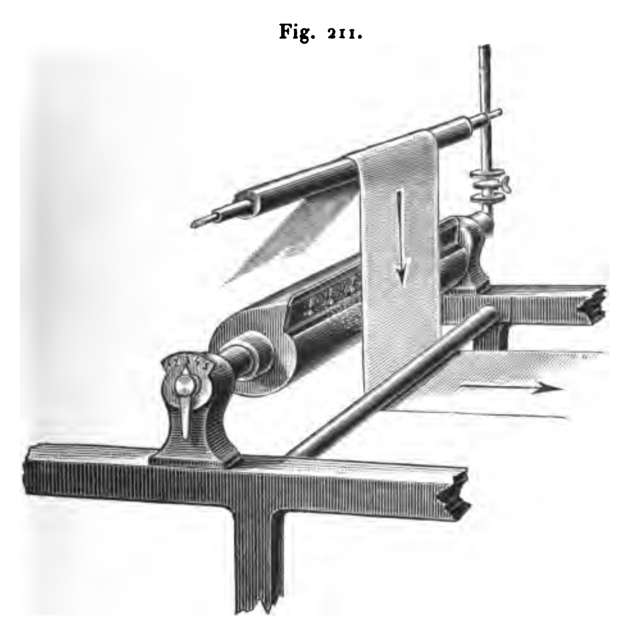
Un système de déraillage très régulier est celui récemment introduit par M. F. Dehaître à dispositif de genouillère.

Aux appareils à élargir se rattachent les *machines à remettre au large* ou *détordeuses* pour les tissus qui ont été traités en boyaux, en cordes ou en torons. La détordeuse la plus simple

est la demi-lune, croissant en bois de 60^{cm} à 100^{cm} de diamètre. Les systèmes Birch, Mathieu, sont constitués par des rouleaux munis de cannelures et par des élargisseurs à secteur.

Humectage. — Avant de les faire passer aux machines à donner l'apprêt, aux rames à élargir, aux cylindres, aux presses,

Fig. 211.



Disposition de l'élément pulvérisateur Kron.

il est souvent nécessaire de redonner aux tissus une certaine proportion d'humidité : c'est l'*humectage*. On le réalise au moyen d'un auget qui puise l'eau et la projette à travers une toile métallique sur le tissu : *machine Tulpin à humecter* (*fig.* 209); soit au moyen de brosses circulaires qui projettent une rosée ou au-dessus (systèmes : Tulpin, Breadner), ou en dessous (Mather et Platt), ou des deux côtés à la fois (Gebauer); soit au moyen d'un foulard à rouleaux gravés à picots (Mather et Platt); soit au moyen d'un pulvérisateur par air comprimé (Welter et Remy), soit au moyen d'un

pulvérisateur par pression d'eau (machine Kron); soit encore au moyen de rouleaux circulaires garnis de projecteurs

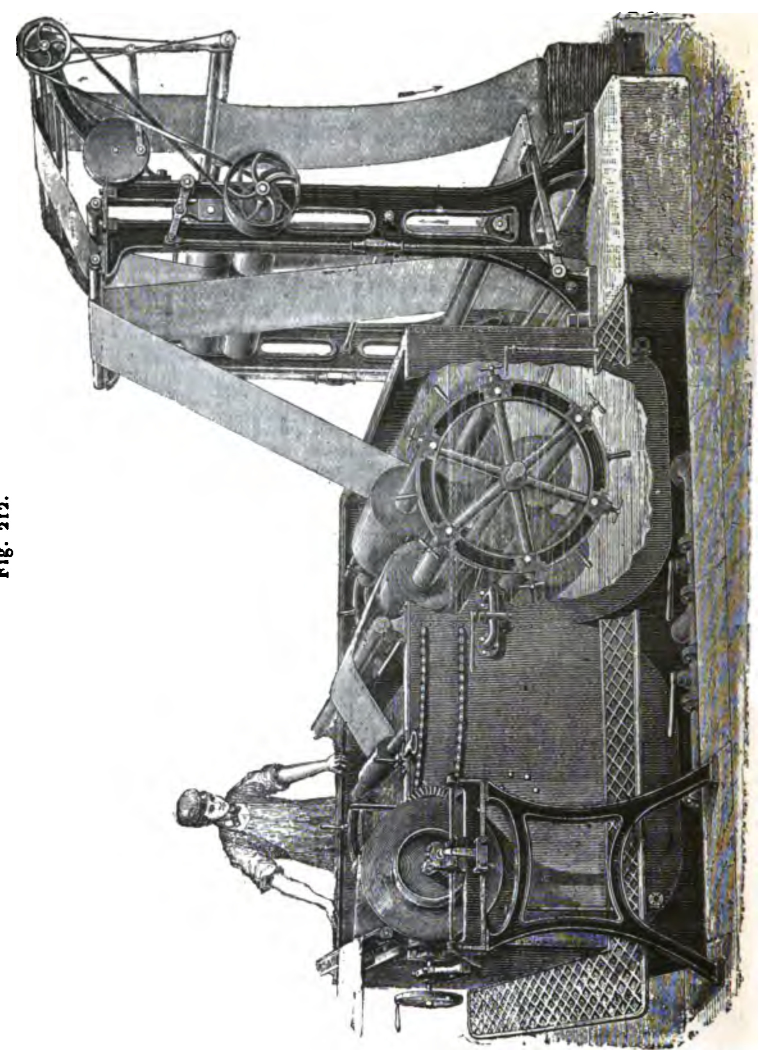


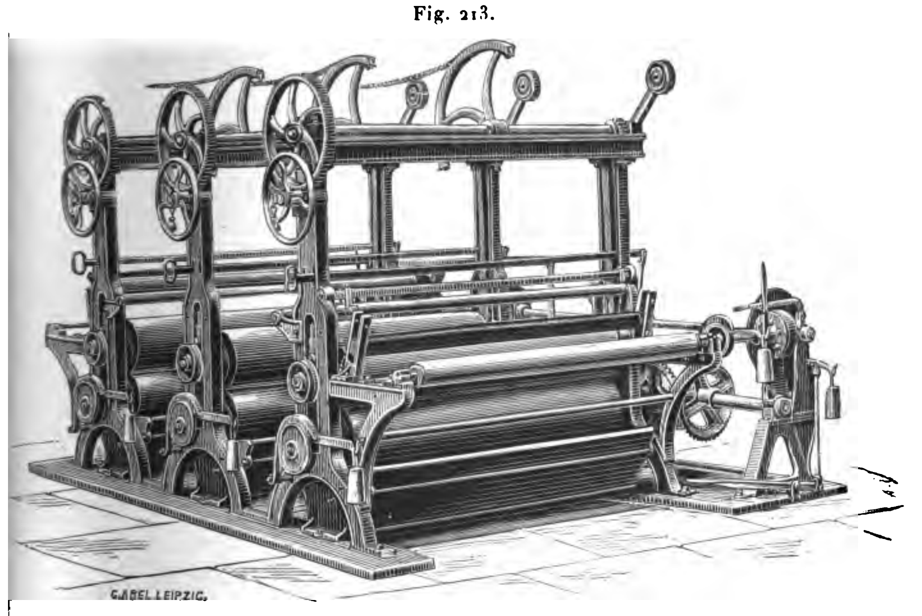
Fig. 212.

Machine à fixer de F. Dehaître.

métalliques pour produire l'effet des crins d'une brosse (Twistle); soit enfin en renfermant les tissus écrus ou grand teint dans des doubliers humides. La *fig.* 210 représente la

machine à humecter R. Kron, construite par F. Dehaître. Le tissu se déroule à l'entrée, subit l'imprégnation par l'appareil pulvériseur au milieu de la machine et se trouve enroulé à la sortie. Un embarrage empêche la formation des plis. L'élément de pulvérisation est constitué par un tuyau de cuivre muni d'un certain nombre de petits tuyaux de distri-

Fig. 213.



Machine à fixer de la Zittauer Maschinenfabrik.

bution placés sur une même ligne et formant l'axe d'une enveloppe en tôle pourvue d'une ouverture en forme de bec. Le liquide est projeté sur l'intérieur de l'enveloppe et rejaillit en buée fine sur le tissu à humecter. On peut faire tourner le tuyau à l'intérieur de l'enveloppe et l'enveloppe elle-même, de manière à faire varier à volonté l'angle de projection du liquide sous une pression de $\frac{1}{2}$ à 5 atmosphère. Cet éléments peut se placer sur n'importe quelle machine d'apprêt. La *fig.* 211 montre une des différentes dispositions auxquelles il se prête.

Un autre procédé d'humectage repose sur le *vaporisage.* Il

a pour but d'enlever un excès de lustre ; plus souvent, de fixer le tissu et tout particulièrement les tissus mélangés, de façon

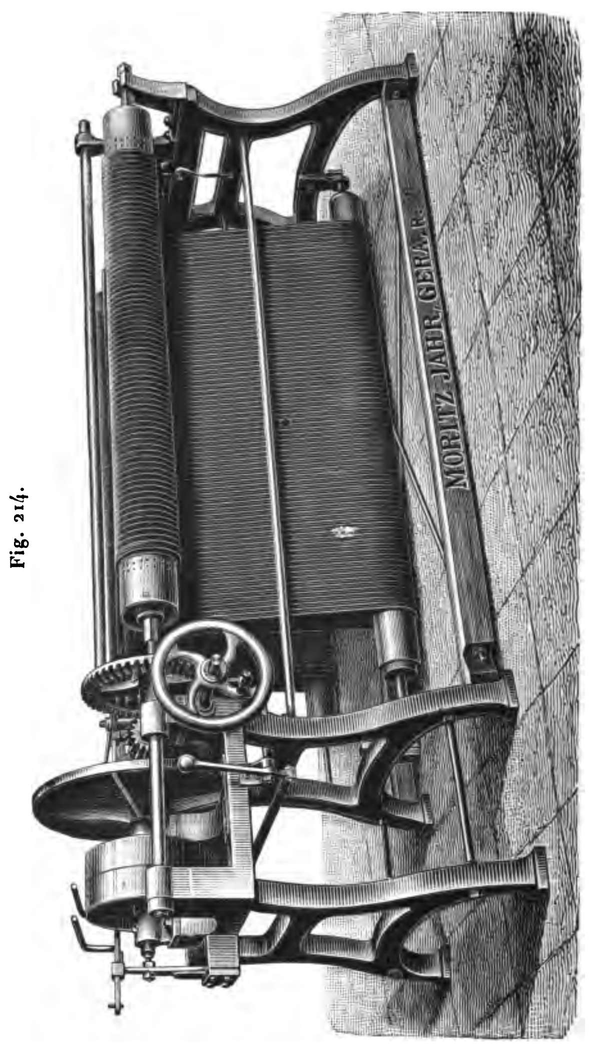


Fig. 214.

Machine à vaporiser les tissus de Moritz Jahr.

qu'ils ne prêtent pas, s'ils viennent à être mouillés pendant l'usage. Il se fait généralement après un ébrouissage ou trempage à l'eau chaude. Ce trempage porte le nom de *fixage,*

lorsqu'il se fait pour tissus mélangés, et sous une certaine pression de roulement, dans des machines spéciales, dites *ma-*

Fig. 215.



Machine à vaporiser les lisières de Moritz Jahr.

chines à fixer; la *fig.* 212 représente la construction Dehaître et la *fig.* 213 la construction de la Zittauer Maschinenfabrik. Lorsque le vaporisage a pour but d'humecter, de détendre et

de gonfler les fils, comme c'est souvent le cas pour les tissus de laine, il prend le nom de *décatissage* et s'effectue alors en

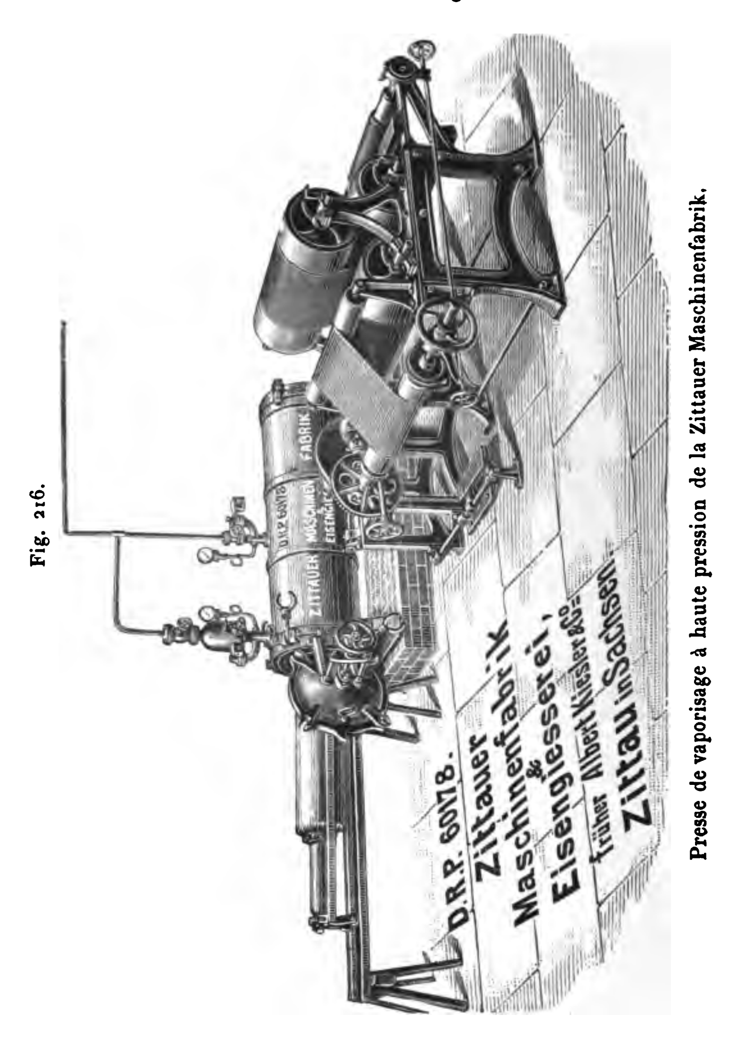


Fig. 216.

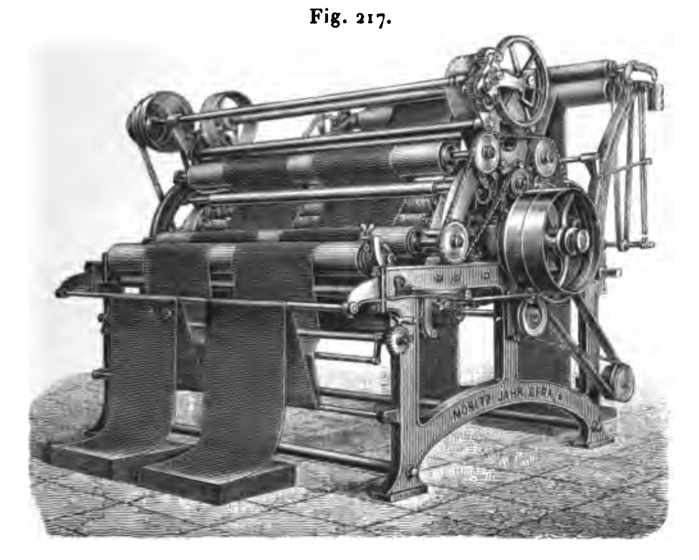
Presse de vaporisage à haute pression de la Zittauer Maschinenfabrik.

enroulant le tissu sur un cylindre percé de trous dans l'intérieur duquel on introduit de la vapeur : *c'est la colonne à vapeur;* c'est la *machine à vaporiser* les tissus dont la *fig.* 214 représente un type de la construction Moritz Jahr. La *fig.* 215

représente une machine à vaporiser les lisières, du même constructeur; elle a pour but de détruire les trous que les pinces des rames ont laissés dans les lisières. On peut également vaporiser les tissus en les introduisant dans une *chaudière à vaporiser* cylindrique où l'on admet de la vapeur sous pression (*fig.* 216).

Lainage. — C'est l'opération qui a pour but de rendre le

Fig. 217.



Machine universelle à lainer de Moritz Jahr.

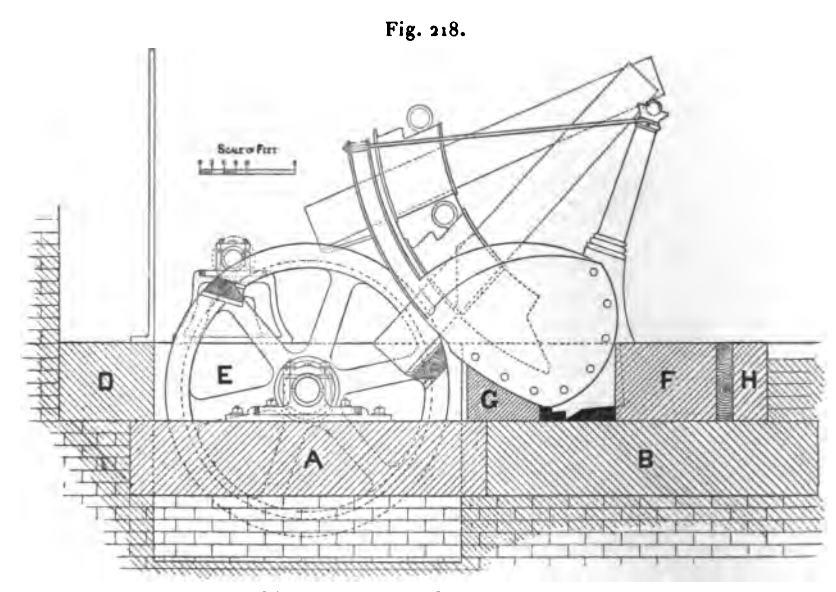
tissu plus chaud; on l'effectue au moyen de *machines à lainer*, à *gratter*, à *tirer à poil*, à *garnir*, à *draper*, à *grazzer*. Leur travail consiste à faire venir une partie des filaments en dehors du tissu. On se servait autrefois de chardons naturels fixés sur des tambours tournant vis-à-vis du tissu; on les a remplacés universellement par des chardons métalliques. Ce traitement se fait principalement sur l'envers du tissu, en écru pour le coton, après teinture pour la laine et pour la soie; il a surtout lieu pour les tissus de laine.

Les principales laineuses sont celles de Grosselin, de Martinot, de Lacassaigne, de Bauche, de Moritz Jahr. La *fig.* 217

donne la vue de la *laineuse universelle de Moritz Jahr.*

Foulonnage. — Il a pour but de transformer les tissus en d'autres tissus plus serrés, en produisant un enchevêtrement des fibres. Les machines à fouler se rattachent à deux classes: 1° les *piles à maillets* dont la *fig.* 218 donne une construction

Fig. 218.



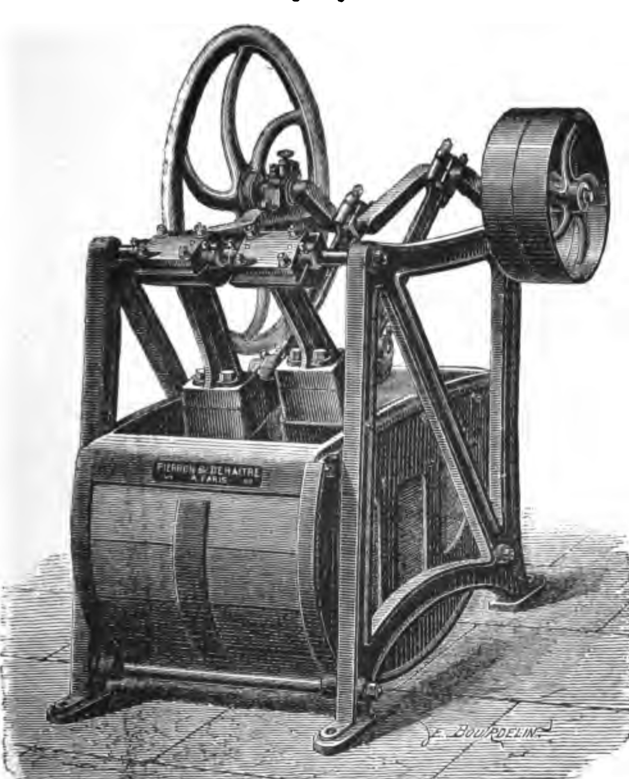
Machine à fouler et à laver de Tomlinson.

anglaise et la *fig.* 219 une construction française; les maillets peuvent être actionnés par des cames, par des ressorts pneumatiques, etc.; 2° les *fouleuses* ou *foulons à cylindres* et à sabots de pression; le tissu subit une compression entre deux sabots mobiles entre lesquels il est attiré avec force par un rouleau d'appel. Les fouleries cylindriques systèmes Barrett, Herzog ont atteint une grande perfection; dans le premier type, un renversement mécanique de la marche permet d'éviter le retournement de l'étoffe.

Cylindrage et lustrage. — L'effet cherché est de donner au tissu une apparence lisse. Pour arriver à ce résultat, on le

presse entre des cylindres au moyen de *calandres*, de *mangles* et de *presses continues;* on le comprime encore à la *presse*

Fig. 219.



Foulon à maillets de Dehaître.

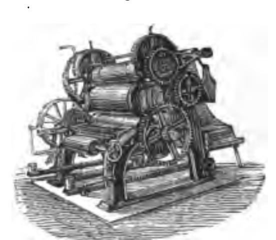
hydraulique; on le lisse sous les polissoirs des *machines à glacer;* enfin on le *bat* à la maillocheuse.

Les calandres sont constituées, en principe, par deux cylindres roulant l'un sur l'autre, et entre lesquels le tissu est comprimé. L'un de ces rouleaux est dur, le mieux en acier; l'autre est élastique, le mieux en papier. Lorsqu'on a en vue un apprêt

uni et sans lustre, le rouleau dur ne fait que tourner sur le rouleau élastique : ce sont les calandres sans friction. Lorsqu'on veut lustrer, on fait glisser, en lui donnant un mouvement plus rapide, le rouleau dur sur l'étoffe : ce sont les calandres à friction. Lorsqu'on veut obtenir le plus de brillant possible, au lieu de calandrer à froid, on chauffe le cylindre métallique, en y introduisant un fer rouge (boulon), des brûleurs à gaz ou de la vapeur; ce dernier mode ne permet pas de donner autant de brillant, parce que la température est moins élevée, mais il ménage l'étoffe et les cylindres en papier. On peut multiplier le nombre des cylindres durs ou des cylindres élastiques, avoir des calandres à 3, 4, 5, 7 cylindres et même plus, calandrer à sec ou à humide, avec ou sans friction, à froid ou à chaud, en changeant la nature des cylindres, à pression fixe par vis et à pression élastique par leviers, et produire ainsi une infinité d'apprêts variés allant du mat au satiné, au glacé, et dépendant d'ailleurs de la substance employée pour l'apprêtage.

La *fig.* 220 représente un *cylindre à friction de Tulpin;* la

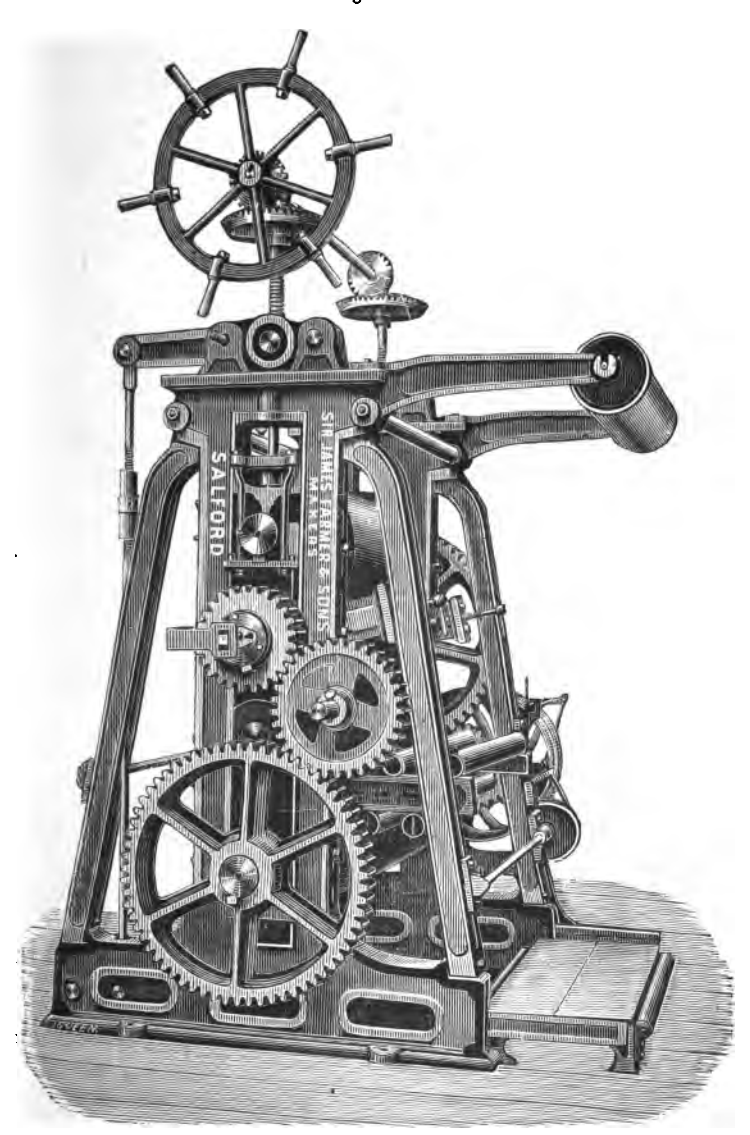
Fig. 220.



Cylindre à friction de Tulpin.

fig. 221, la *calandre universelle de Farmer;* la *fig.* 222, une *calandre avec friction à satiner de C.-H. Weisbach;* enfin la *fig.* 223 une *calandre à friction de Moritz Jahr.* La calandre de la *fig.* 221, destinée à produire une grande variété d'apprêts sans changements importants, comporte un rouleau supérieur en coton ou en papier, un deuxième rouleau en fonte durcie chauffée à la vapeur ou au gaz, un troisième rouleau et un rouleau de fond en fonte fine. Le rouleau en fonte

Fig. 221.

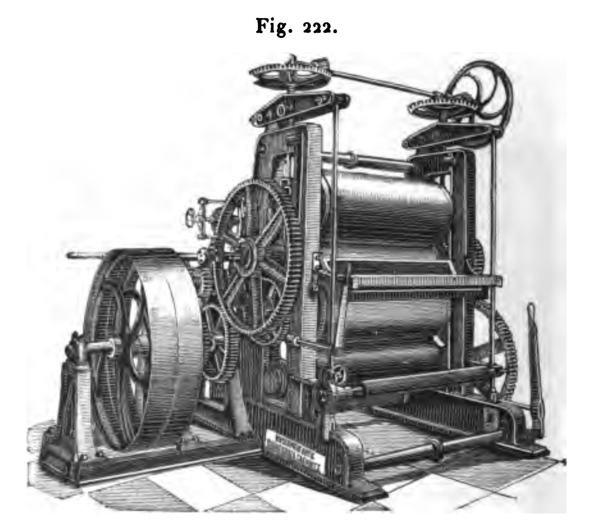


Calandre universelle de Farmer.

durcie peut marcher avec ou sans friction sur le troisième rouleau. Des vis de pression qui surmontent la calandre permettent de marcher sous des pressions différentes; une commande par moteur direct permet de marcher à des vitesses différentes. Enfin, un jeu de rouleaux-guides permet de donner aux tissus des calandrages multiples.

La calandre de la *fig.* 222 est à 4 rouleaux et à friction;

Fig. 222.



Calandre avec friction à satiner de C.-H. Weisbach.

cylindre inférieur en fer, cylindre en papier, cylindre en fonte durcie pouvant être chauffé, enfin cylindre en papier.

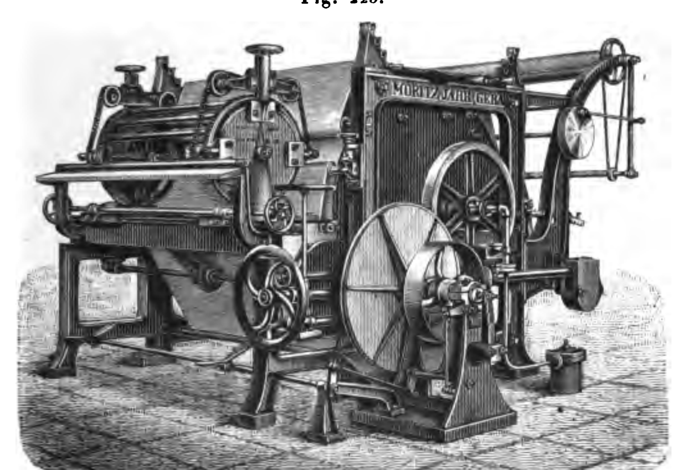
La calandre de la *fig.* 223 est une calandre à friction pouvant servir pour tissus tricotés; elle comporte un cylindre d'acier poli de $1^{m},50$ de diamètre.

La *calandre hydraulique* ou *water-mangle* comporte une bassine renfermant de l'eau avant le jeu des cylindres. Ceux-ci sont généralement au nombre de quatre, deux en laiton et deux en cretonne comprimée. Elle sert à calandrer humide avant ou après l'apprêtage, à enlever les plis avant ou après la teinture. La calandre est parfois employée pour exprimer les tissus.

Les mangles sont destinées également à produire le calandrage; mais, au lieu que le tissu passe entre deux rouleaux, comme dans les calandres que nous venons de voir, le tissu est enroulé autour d'un rouleau, et c'est le rouleau qui est comprimé entre les cylindres de pression. A l'origine, c'était une caisse chargée de pierres qui pressait sur le tissu.

On obtient également des effets de cylindrage, de lustrage, de cirage, de glaçage en faisant agir sur la surface du tissu

Fig. 223.



Calandre à friction de Moritz Jahr.

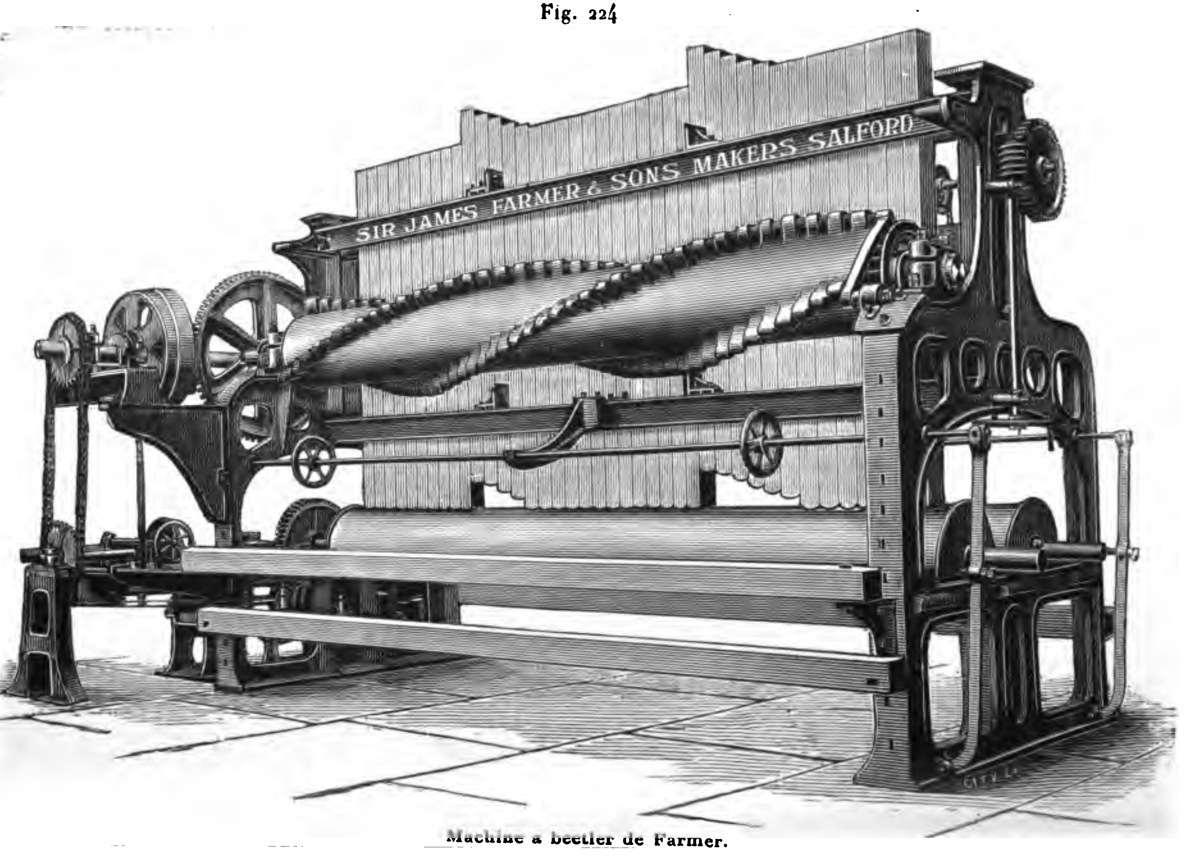
un polissoir formé d'agate ou d'une substance très dure : *machines à lustrer, à cirer, à glacer, à la molette,* etc.

On obtient des apprêts assouplis fort brillants sur tissus de coton, de coton et soie, de lin en *battant, beetlant ou maillochant* le tissu sur un rouleau résistant, généralement au moyen de pilons mus par des cames ou des excentriques. La *fig.* 224 représente une *machine à beetler de Farmer,* et la *fig.* 225 l'esquisse d'une *machine à beetler de Tulpin.* Citons en outre le beetle à ressorts élastiques de Mather et Platt.

Enfin un apprêt brillant est également donné au moyen *des presses,* presses à main, presses hydrauliques, presses continues.

La *fig.* 226 représente une *presse à main* à percussion.

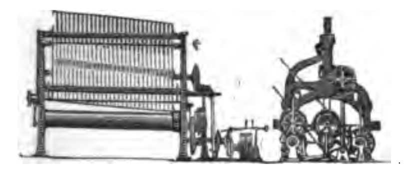
Fig. 224



Machine à beetler de Farmer.

La *presse hydraulique* est une application du principe de Pascal : la pression transmise est proportionnelle à la surface

Fig. 225.



Beetle de Tulpin.

Fig. 226.

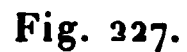


Presse à percussion.

pressée. Lorsqu'on exerce sur une surface quelconque d'une masse liquide une pression de *n* kilogrammes par centimètre

carré, cette pression se transmet dans tous les sens et avec la même intensité par chaque centimètre carré de surface. Remplissons d'eau un conduit à deux branches d'inégal diamètre et faisons agir un piston dans la petite branche; l'effet utile de ce piston sera multiplié dans la grande branche autant de fois que cette seconde branche est plus grande que la première. Nous avons donc là un moyen d'accroître l'effet d'une force ([1]).

Pour recevoir l'action de la presse, le tissu doit être mis en carton, c'est-à-dire plié autour d'une lamelle de bois, des feuilles de carton placées entre chaque pli, les pièces disposées sur le plateau d'une presse hydraulique, comme le montre la *fig.* 227, en les séparant par des plaques de fonte, et la pres-


Fig. 227.



Presse hydraulique.

sion est exercée et maintenue pendant douze heures. L'effet utile est augmenté en chauffant les plaques de fonte; on

([1]) La pression théorique que peut transmettre le plateau fixé au grand piston d'une presse hydraulique est $Q = \frac{PLD^2}{ld^2}$ où Q est la pression transmise; P la force motrice; L le bras de levier de la puissance P; D le diamètre du grand piston; *d* celui du petit; *l* le bras de levier de la résistance qu'oppose le petit piston au mouvement du levier de la puissance P.

Supposant

$$P = 25^{kg},\quad L = 1^{m},\quad D = 0^{m},20,\quad l = 0^{m},03\quad \text{et}\quad d = 0^{m},03,$$

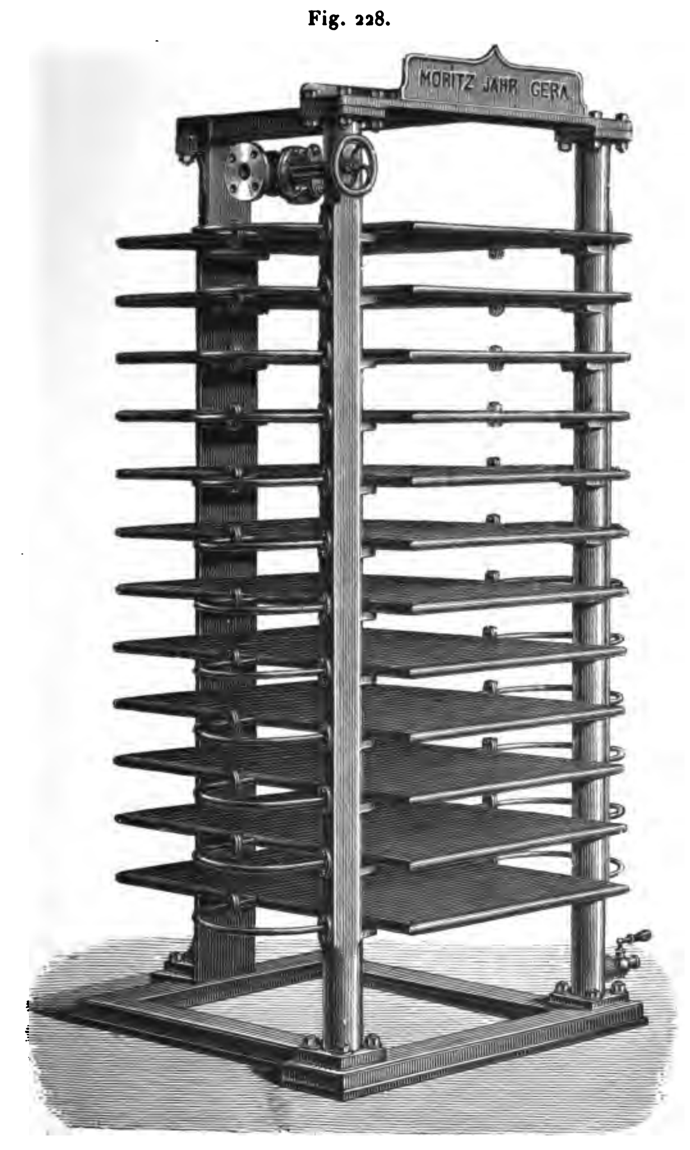
on a

$$Q = \frac{25 \times 1 \times 0,04}{0,03 \times 0,0009} = 37037^{kg}.$$

Les diverses résistances passives de la machine et surtout le frottement de la garniture font que la pression réelle, qu'on peut obtenir dans la pratique, n'est que les 0,80 de la valeur de Q pour des efforts modérés; elle atteint les 0,85 pour de grands efforts.

chauffe ces plaques soit au moyen de l'appareil (*fig.* 228),

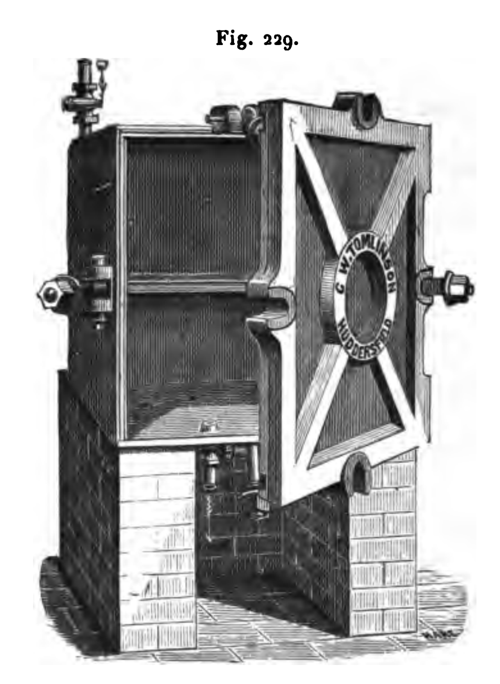
Fig. 228.



Appareil à chauffer les cartons à la vapeur de Moritz Jahr.

soit au moyen d'un four (*fig.* 229). La *fig.* 228 représente un appareil de construction Moritz Jahr, la *fig.* 229 un appareil de construction Tomlinson. La *fig.* 230 indique le dispositif dû au même constructeur pour transporter les plaques. Mais il est bien plus commode que la presse hydraulique ait des

Fig. 229.



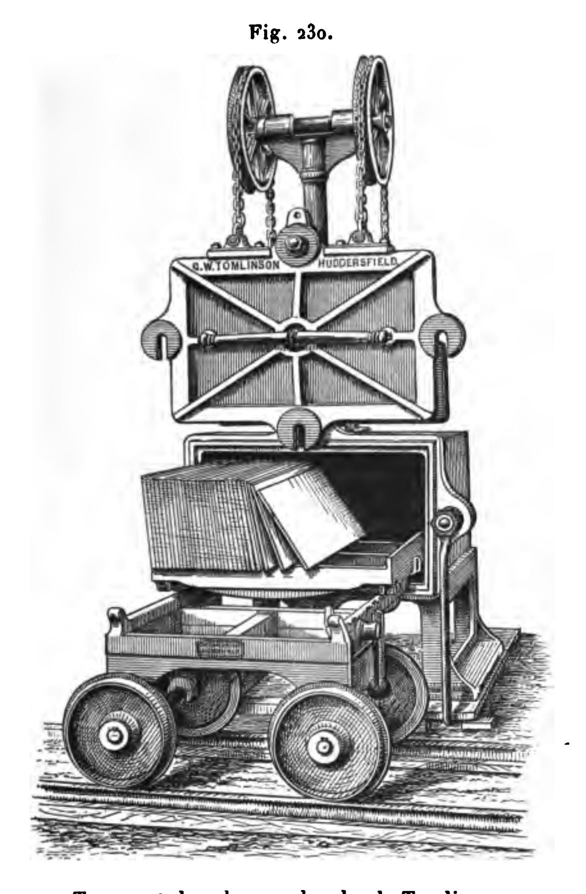
Four à chauffer les cartons de Tomlinson.

plaques chauffées directement par la vapeur avec tuyaux et articulées, comme on le voit *fig.* 231 pour une presse sortie des ateliers de P. Morane aîné. On a proposé récemment de les chauffer par le courant électrique (système Claviez).

Le travail de la mise en carton et de la mise en presse est long; on l'a remplacé pour certains tissus par l'emploi de *presses continues;* elles procurent en outre l'avantage de brosser et de vaporiser le tissu sur la même machine. Les presses continues se composent en principe d'un cylindre

poli, chauffé, qui tourne dans une cuvette métallique également chauffée; le cylindre est susceptible de venir s'appuyer fortement contre la cuvette, au moyen d'une pression par

Fig. 230.



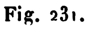
Transport des plaques chaudes de Tomlinson.

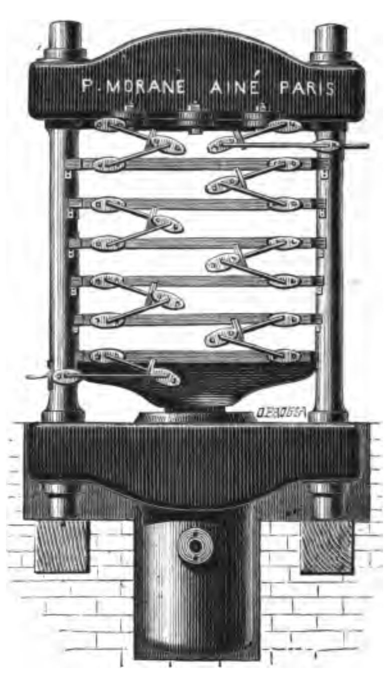
leviers ou mieux d'une pression hydraulique. Le degré de pression est indiqué au moyen d'un cadran. Dans la presse continue F. Dehaître, c'est la cuvette qui est mobile et le cylindre fixe.

Enfin on obtient des effets de *gaufrage*, de *moirage*, en

cylindrant ou en pressant à la continue au moyen de rouleaux susceptibles de donner une pression irrégulière.

Des machines spéciales sont également construites pour les





Presse à plaques chauffées et articulées de P. Morane aîné.

dernières manutentions que les tissus subissent, le brossage, la visite, l'épincetage ou épeutissage, le dossage ou doublage, la mise du chef, le métrage, le pliage ou faudage, l'enroulage sur planchette, le découpage des échantillons, etc.

APPENDICE I.

MATÉRIEL DE LABORATOIRE.

Il serait oiseux d'insister sur les avantages que le teinturier retirera en se donnant un petit laboratoire séparé, où il établira la collection des produits tinctoriaux et autres qui sont susceptibles d'une application dans ses ateliers, et la collection de réactifs qui lui sont utiles pour analyser lui-même les produits achetés et se rendre compte de leur valeur. Comme souvent le meilleur mode d'analyser les produits tinctoriaux repose sur un essai de teinture, la partie la plus importante du matériel de ce laboratoire consistera dans un appareil à faire les essais de teinture. Il est bon de posséder également un petit appareil à sécher. Ajoutez-y une balance, un microscope, des vases en verre, quelques flacons jaugés, quelques burettes graduées, quelques pipettes, quelques thermomètres, quelques aréomètres, et c'est tout ce qu'il faut pour avoir un laboratoire suffisamment outillé. On pourra lui adjoindre encore un colorimètre, un appareil à essayer les résistances des fibres et un appareil à essayer les résistances à la lumière des couleurs teintes.

Appareils pour essais de teinture. — Un bon appareil à teindre pour laboratoire doit répondre avant tout à cette condition indispensable que les résultats obtenus restent comparables entre eux; c'est-à-dire que les essais de teinture s'y fassent toujours dans les mêmes conditions. Ces appareils consistent presque toujours en bains d'eau métalliques, circulaires ou rectangulaires, avec couvercle perforé; les ouvertures de ce couvercle donnent passage à un certain nombre de vases à essais où se fait la teinture, et à un thermomètre

pour constater la température du bain d'eau; d'autres thermomètres placés dans les vases à essais donneront la température des bains de teinture.

Au lieu d'un bain d'eau, quelques appareils sont à bain de glycérine, d'huile ou de sable. Ces derniers bains permettent de faire monter jusqu'à l'ébullition la température du liquide contenu dans les vases à essais. On peut y arriver également en saturant l'eau du bain de teinture avec un sel approprié.

Le petit Tableau suivant donne à ce sujet les quelques indications utiles au but que nous avons en vue :

Nom du sel dissous.	Point d'ébull. de la solut. saturée.	Proportion du sel dissous.
	°	p. 100
Carbonate de sodium............	104,6	48,5
Chlorure de sodium.............	108,4	40,2
Acétate de sodium...............	124,4	209
Chlorure de calcium.............	179,5	325

Quelle que soit la substance choisie pour préparer le bain d'eau saturée et élever son point d'ébullition, l'eau du bain de teinture se met toujours à bouillir vers 100°. Si l'on veut pouvoir chauffer rapidement le bain de teinture, il est avantageux de prendre un bain d'eau saturée de chlorure de calcium; mais cet avantage ne s'obtient qu'en dépensant une plus grande quantité de chaleur. Comme l'eau du bain d'eau disparaît peu à peu par l'évaporation, il faut avoir soin de la remplacer. Un bain d'eau saturée me semble préférable à un bain d'huile ou de glycérine, car ces derniers émettent des odeurs désagréables.

Ces bains sont chauffés au moyen, soit de fourneaux à charbon de bois, soit de brûleurs à gaz, soit de réchauds à pétrole, soit de la vapeur; dans le dernier cas, le dispositif par double fond est de rigueur, celui par barbotage prête à trop d'objections.

Les vases d'essai qui plongent dans les perforations du couvercle et qui sont destinés aux essais de teinture peuvent être en cuivre, en verre ou en porcelaine; mais la porcelaine est préférable, car le cuivre ternit quelques nuances et le

verre est fragile. Ils ont la forme d'un cylindre ou même d'un tronc de cône; leur volume est le plus généralement de 1^{lit}. Ils sont munis de petits agitateurs en verre; on donne à ceux-ci avec avantage la forme ‾‾|____|‾‾‾‾ pour la teinture de petites portions de filés. Quand il s'agit de tissu, les échantillons sont plongés dans le vase d'essai avec un agitateur rectiligne en verre, et on les y remue de temps à autre. Le poids des échantillons est de 10^{gr}. Les différentes drogues, matières colorantes, mordants, sont dissoutes auparavant dans de l'eau pure à la proportion de 1^{gr} par litre. Chaque centimètre cube de ces solutions équivaut par conséquent à 1^{mgr} de la substance dissoute; il est donc aisé d'ajouter dans les vases d'essai des quantités aussi réduites que l'on veut des différents produits à essayer, sans avoir besoin de recourir à une pesée directe.

Je dirai quelques mots des principaux de ces appareils :

L'appareil D. Dawson et H. Broadbent consiste en deux caisses rectangulaires ou tubulaires de fonte; on ménage à leur surface des cavités hémisphériques dans lesquelles on met de la glycérine. Les vases à teinture, en porcelaine, sont plongés dans la glycérine et maintenus par un collier avec anneau d'amiante. Les caisses peuvent tourner autour de leurs axes; on les manœuvre au moyen d'une poignée. Les axes sont creux et servent d'un côté à l'amenée de la vapeur pour le chauffage, de l'autre à l'enlèvement de l'eau condensée. Chacune des caisses soutient trois vases.

L'appareil R.-L. Whiteley consiste en un bain d'huile de coton, rectangulaire, et en un couvercle perforé avec six récipients en cuivre. Deux poignées permettent de soulever le couvercle et les six récipients d'un seul coup.

Dans *l'appareil W. Marshall,* le bain d'eau est chauffé par un brûleur circulaire. Le couvercle-support peut tourner et aussi les vases à teindre, ce qui assure la régularité du chauffage. Le bain et le couvercle sont traversés par un cône central qui a le double avantage de restreindre le volume du bain de chauffage et de faciliter l'enlèvement des produits de la combustion.

Enfin, dans *l'appareil Edmeston,* les vases à teindre sont disposés isolément au-dessus du dispositif de chauffage; ils

sont surmontés d'un bâti soutenant, au-dessus du vase, des petits tourniquets en porcelaine.

Colorimètres. — L'emploi des *colorimètres* pour l'appréciation du pouvoir colorant des matières colorantes est sujet à réserves, mais il peut donner quelques indications utiles. Le plus simple de ces instruments consiste en deux tubes gradués voisins, dans lesquels on met et la solution type et la solution dont on veut apprécier la valeur et que l'on compare au type. Ces solutions doivent être fort étendues, par exemple 2^{mgr} à 5^{mgr} par litre.

L'appréciation des couleurs elles-mêmes, par comparaison avec des types fictifs, peut se faire en intercalant sur le trajet des rayons lumineux des plaques de verre diversement colorées, jusqu'à ce qu'on ait rapproché le plus possible la couleur de l'essai de celle du type. Quant à l'appréciation du degré de trouble, elle s'effectue en disposant au fond du tube d'essai un bouton brillant et en voyant sous quelle hauteur du liquide le bouton disparaît.

Appareils à essayer la résistance à la lumière des couleurs teintes. — L'importance de la question de la résistance à la lumière des couleurs teintes est si grande que j'ai cru utile de lui consacrer de nombreuses pages dans mon Tome I. Mais, pour déterminer les positions relatives que les différentes matières colorantes occupent, si on les place d'après leur solidité spécifique vis-à-vis de l'action de la lumière, il faudrait que l'expérimentateur fît ses essais dans des conditions rigoureusement comparables en ce qui concerne non seulement la nature de la fibre, mais encore le degré d'humidité de l'atmosphère, la quantité de matière colorante fixée par teinture, et surtout l'intensité de l'action lumineuse. Les appareils proposés jusqu'à ce jour ont eu pour objet principal de concentrer les rayons lumineux sur les échantillons, soit au moyen du soleil et d'un héliostat : *appareil de K. Œhler;* soit au moyen d'une lampe électrique à arc et de deux lentilles : *appareil H. von Perger.*

Appareils à essayer la résistance des fibres. — Ces appa-

reils sont de véritables dynamomètres; ils servent à déterminer sous quelle charge maxima un fil ou un tissu se rompt. Leur étude se rattache aux questions de conditionnement. Je me bornerai à citer pour les fils l'*Expérimentateur d'Alcan*, et pour les tissus le *Dynamomètre de L.-G. Perreaux*, adopté par plusieurs gouvernements.

APPENDICE II.

MATÉRIEL DU BLANCHISSEUR ET DU TEINTURIER-DÉGRAISSEUR.

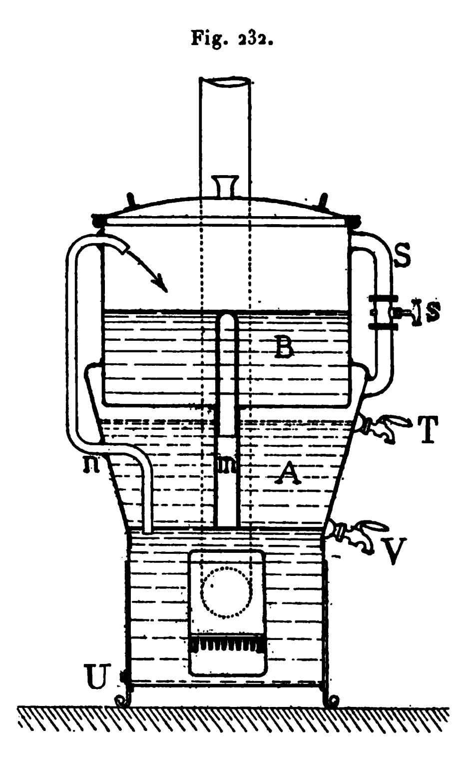
I. — MATÉRIEL DU BLANCHISSEUR.

Matériel du blanchissage. — Les opérations du blanchissage du linge sont les suivantes, qu'il s'agisse d'un ménage ou d'un industriel : le triage et le marquage, la désinfection, le trempage ou l'essangeage, le lessivage ou coulage, le lavage ou rinçage, l'azurage et l'amidonnage, l'essorage, le séchage, enfin le pliage, le cylindrage et le repassage.

Désinfection. — La désinfection du linge sale peut se réaliser de trois façons différentes : par trempage dans une solution antiseptique, par trempage dans une solution alcaline bouillante, ou par l'action directe de la vapeur sous pression. Le trempage dans une solution antiseptique se fait dans un récipient en terre avec une solution de sublimé corrosif à 2 pour 1000; mais cette solution a l'inconvénient d'être caustique et toxique. La désinfection par l'action de la vapeur sous pression se fait dans des appareils analogues à ceux qui ont été décrits pour le vaporisage sous pression page 344 et suivantes. La désinfection par trempage dans une solution alcaline bouillante se réalise dans un *appareil* représenté *fig.* 232 et 233; il est dû à *MM. Geneste et Herscher,* et ne diffère pas essentiellement d'une cuve à lessiver. Cette cuve à désinfection est divisée en deux compartiments; A est une chaudière, B est un bac servant à la désinfection; ils sont réunis entre eux par les tubes *m* et *n*. Un troisième tuyau S muni d'une valve *s* sert à l'échappement de la vapeur provenant de l'ébullition. Lorsque la solution de la chaudière A est en pleine ébullition, on ferme *s*, et le liquide monte dans

le compartiment B jusqu'à ce que le niveau ait atteint le bas du tube *m*. A ce moment, il s'établit une circulation continue entre A et B par les tuyaux *m* et *n*. On voit que l'appareil ne fonctionne qu'à une température supérieure à 100°. L'appareil est construit également par les maisons Decoudun, Dehaître.

Fig. 232.



Cuve à désinfection de Geneste et Herscher (section verticale).

Dans le but d'éviter que cette ébullition préalable ne fixe les saletés et ne nuise au lessivage consécutif, M. F. Dehaître a combiné une *laveuse-désinfecteuse* où les deux opérations se font simultanément.

Trempage. — Le trempage à l'eau froide, ou l'essangeage à l'eau tiède (ce dernier ne se fait plus que rarement),

s'effectue dans des bacs en bois, ou dans des cuviers, ou dans les mêmes appareils que pour le lavage.

Lessivage. — C'est l'opération principale du blanchissage. Elle s'effectue par l'effusion spontanée de la lessive sur le linge, ordinairement sous la pression même de la vapeur. La première condition d'un bon lessivage est de ne porter que

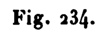
Fig. 233.



Cuve à désinfection (vue).

graduellement la lessive à la température de l'ébullition. La durée est de quatre heures environ. Le lessivage s'effectue dans des appareils à basse pression qui ne diffèrent de ceux signalés pour le blanchiment des tissus de coton que par leurs dimensions plus réduites. Ce sont des cuves en cuivre, ou en tôle galvanisée, ou des cuves en bois de sapin cerclées en fer avec couvercle galvanisé. Elles sont chauffées par des chaudières placées en dessous de la cuve, ou extérieurement,

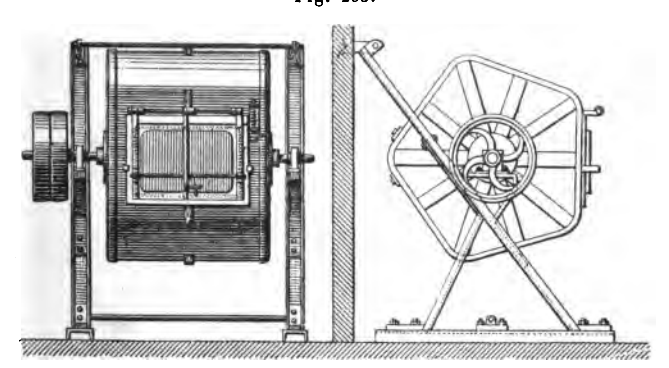
comme le montre la *fig.* 234, ou parfois au moyen d'un ser-


Fig. 234.



Cuve à lessiver avec foyer séparé de F. Dehaitre.

Fig. 235.



Tonneau laveur à cinq pans.

pentin de vapeur. Les couvercles se lèvent à la main, pour les petites dimensions; au moyen de chaînes, de poulies,

de treuil, de piston hydraulique pour les dimensions plus grandes.

Lavage. — Le lavage et le rinçage du linge blanchi se fait dans de simples bacs, dans des *lavoirs-réservoirs* ou dans des *machines à laver*. Celles-ci se divisent en :

Fig. 236.

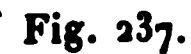


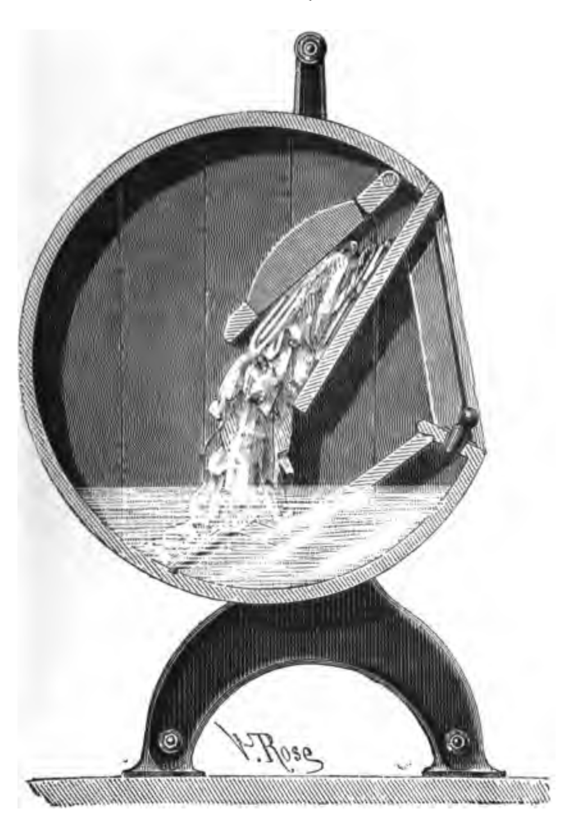
Machine à laver à ouverture libre de J. Decoudun.

1° *Tonneaux à cinq pans* en bois ou en métal, avec planche intérieure pour ramasser le linge (*fig.* 235).

2° *Tonneaux circulaires* avec porte sur le côté ; l'eau propre entre par un des tourillons et sort par l'autre. La vitesse de rotation a une grande influence sur le lavage. Les tonneaux

à ouverture libre (*fig.* 236) sont plus commodes. La *fig.* 237 représente une *roue à laver avec cloison et batteur intérieur de M. J. Piet.* La chute dans le liquide du linge retenu par


Fig. 237.



Roue à laver à batteur intérieur de J. Piet.

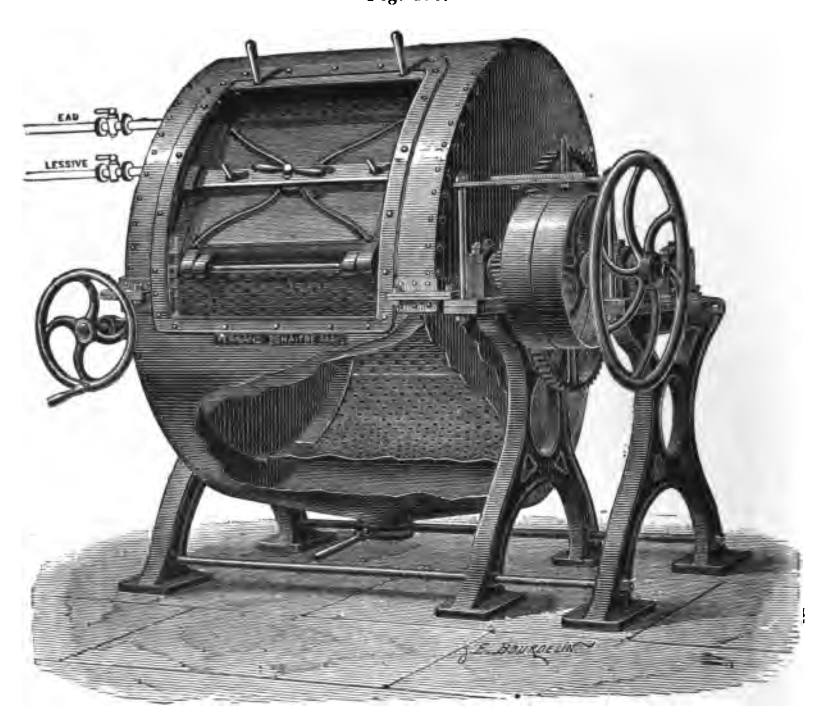
la cloison d'arrêt, le battage et l'expression du liquide par la chute automatique du batteur assurent l'efficacité du lavage.

3° Tonneaux circulaires à trois ou quatre compartiments, ou *roues américaines,* par exemple, de $1^m,85$ de diamètre pour $0^m,85$ de largeur.

4° *Tonneaux à claire-voie* tournant dans un bac d'eau courante.

5° *Machines à laver à double enveloppe.* Elles consistent en un tambour mobile perforé tournant dans une enveloppe (*fig.* 238).

Fig. 238.

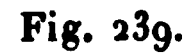


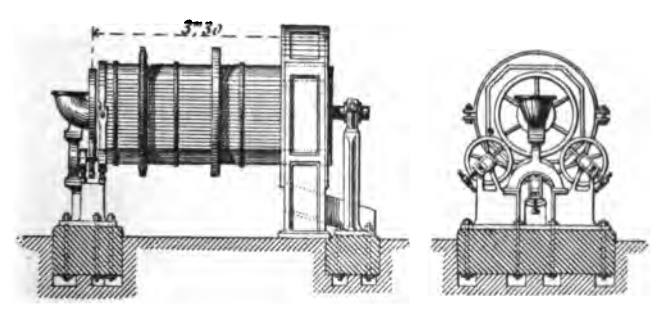
Machine à laver à double enveloppe de Dehaître.

A la classe des tonneaux à pans se rattache la dégueuleuse ou *tonneau dégueuleur* (*fig.* 239) qui réalise le lavage d'une façon continue. C'est un tonneau octogonal, en bois ou en tôle, de $1^m,20$ de côté et $3^m,50$ de long. Le linge est introduit d'un côté avec l'eau dans un vaste entonnoir; il parcourt le tonneau en faisant des chutes successives, et ressort à l'autre extrémité, par la partie inférieure. Ce tonneau est

réservé aux grandes productions de 2000^{kg} à 5000^{kg} de linge par jour.

Quel que soit le dispositif employé, l'ouvrier laveur se place


Fig. 239.



Tonneau dégueuleur de J. Piet.

avantageusement dans des stalles en bois ou en fonte (*fig.* 240), munies de porte-savons, qui le préservent de l'eau et facilitent son travail. Il aura de plus sous les yeux un *hydromètre J. Decoudun,* qui lui permettra de se rendre compte de la hauteur des liquides employés dans les réservoirs qui les

Fig. 240.



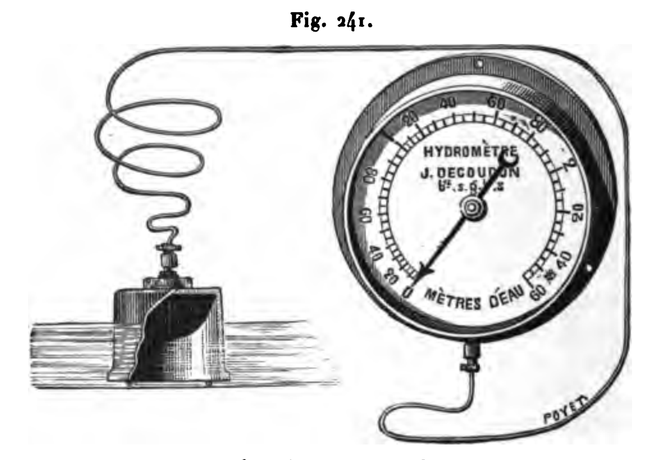
Stalle de blanchisseur.

contiennent. Ce petit appareil, fort utile, consiste en une cloche remplie d'air (*fig.* 241), un cadran indicateur et un tube de cuivre qui les relie. La cloche est placée à demeure sur le fond du réservoir, et l'air qu'elle renferme se trouve

comprimé par le liquide avec une force en relation avec sa hauteur et actionne à distance les aiguilles du cadran indicateur.

Essorage. — La torsion à la main fatigue beaucoup le linge et est pénible pour l'ouvrier. La pression entre deux cylindres de caoutchouc souple, de $0^m,50$ de long, comme on le voit

Fig. 241.



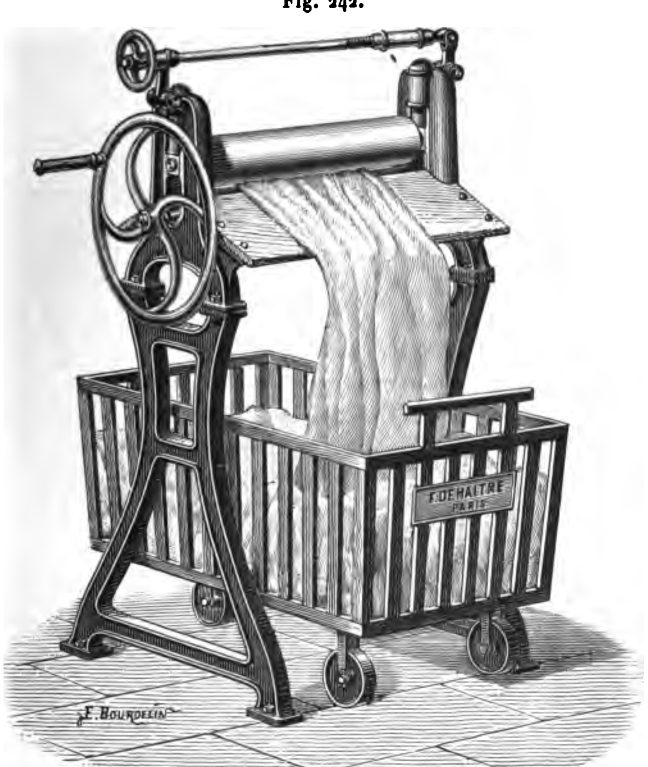
Hydromètre J. Decoudun.

(*fig.* 242), est à recommander pour les ménages ou les petites buanderies; le rapprochement des cylindres est assuré par des ressorts en acier. Les grandes buanderies emploieront les essoreuses (*voir* p. 278); celles mues à la main ne doivent pas dépasser $0^m,60$.

Séchage. — Il se fait soit à l'air libre, soit dans des séchoirs à tiroirs, soit dans des séchoirs ordinaires. Les *séchoirs à l'air libre* sont établis au moyen de pieux verticaux en bois de $1^m,80$ de haut, placés en lignes parallèles espacées de $0^m,60$; entre les pieux courent des cordes en chanvre ou des lattes en bois. Les *séchoirs à tiroirs* se composent de chambres à sécher avec tringles en fer galvanisé et de calorifères; le linge est étendu en dehors du séchoir sur des tubes en cuivre

et ceux-ci sont repoussés sur les tringles, disposition Piet. Dans le système Coinon, le linge est attaché sur des châssis, tournant autour d'un axe vertical. Enfin le linge plat peut être séché en le faisant passer sur des cylindres chauffés.

Fig. 242.



Essoreuse-exprimeuse.

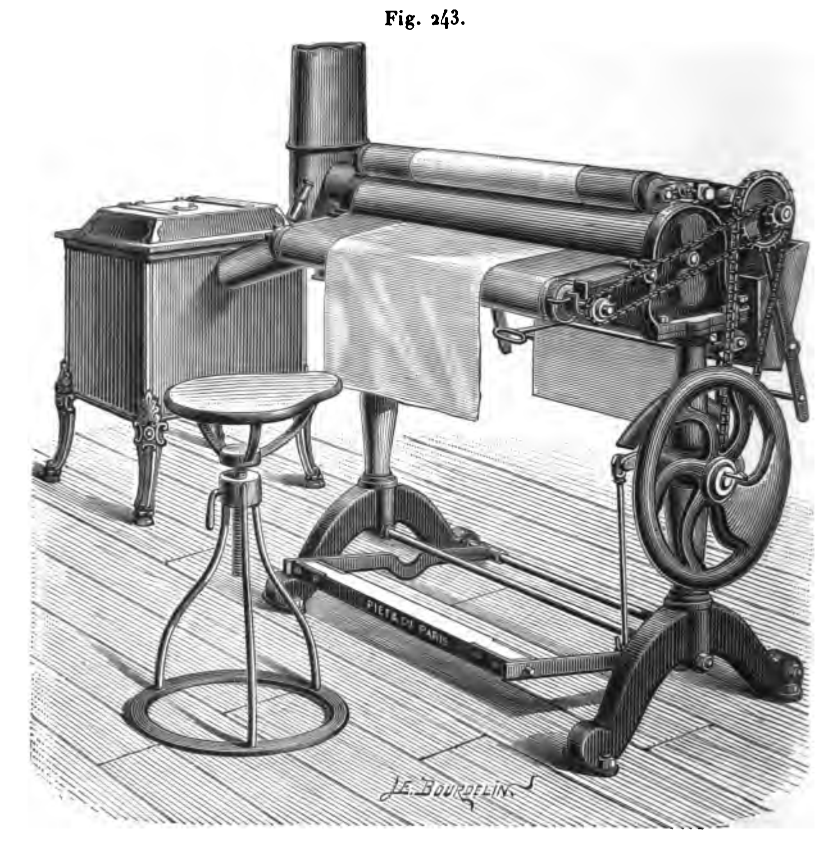
Cylindrage et repassage. — Le linge est ensuite plié, pressé, cylindré ou calandré, repassé.

La *presse* sert à faire le paquetage.

Le cylindrage et le calandrage s'effectuent au moyen du mangle à chariot pour le cylindrage à froid ou de la calandre pour l'apprêt à froid et à chaud. Les *calandres* ne diffèrent

de celles usitées par les apprêteurs de tissus que par des dimensions plus réduites, une force moins grande et des organes moins solides. Le calandrage occasionne beaucoup d'usure, jusqu'à 25 pour 100, dit M. Piet. Le service des ma-

Fig. 243.



Machine à repasser de J. Piet.

chines à calandrer le linge a en outre l'inconvénient d'exiger plusieurs personnes.

Bien plus économique est la *machine à repasser*, qui a l'avantage de sécher en même temps. Les machines à repasser

sont de deux sortes : à cuvette, lorsqu'un cylindre recouvert de flanelle tourne en frottant sur un fer chaud, en forme de cuvette; à toile sans fin, lorsque le linge, entraîné par une toile, frotte sur un ou plusieurs cylindres chauffés. Le chauffage des fers, qu'ils aient la forme de cuvettes ou de cylindres, se fait par le gaz, par la vapeur ou par un foyer. La *fig.* 243 représente un type perfectionné construit par M. Piet, à trois cylindres dont l'un fixe, en fonte polie, est chauffé par un foyer ordinaire. La buée est évacuée de façon à ne pas saturer la toile. La pièce est engagée et reçue du même côté.

Le linge plat est le seul qui peut être repassé à l'aide des machines. Tout l'autre linge est repassé à la main au moyen de fers à repasser ordinaires ou à forme de savonnette, d'œuf, de boule, de fers à tuyauter, etc. Tous ces outils à main sont chauffés dans des fourneaux à cuvette close ou à cloche; le fourneau Chambon-Lacroisade appartient au dernier système et est universellement connu. La chaleur perdue peut être avantageusement utilisée à chauffer une cuve d'eau.

Bibliographie.

CHAPTAL. — *Nouveau moyen de blanchir le linge* (in *Annales de Chimie,* T. XXXVIII, p. 291-296).

HOMASSEL. — *L'Art du blanchisseur* (1818).

CLÉMENT-DESORMES. — *Avantages d'un établissement public de blanchissage du linge* (in *Annales de l'Industrie nationale,* T. XXII, p. 225-235).

FONTENELLE (JULIA DE) *et* ROUGET DE LISLE. — *Manuel du blanchissage* (1855, 2 v. in *Encyclopédie Roret*).

BOUILLON, MULLER et Cie. — *Organisation des blanchisseries, lavoirs, séchoirs* (1860).

HOMBERG (M.). — *Le blanchissage et la conservation du linge* (1869).

FIGUIER (L.). — *Industrie du blanchissage* (in *Les merveilles de l'Industrie,* T. III).

SERGUEFF. — *Le blanchissage du linge par des procédés mécaniques* (in *Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils,* 1878, p. 435-438, et 1879, p. 579-631).

SCHWAB (F.). — *Blanchissage du linge; ses rapports avec l'hygiène* (in *Bulletin de la Société Industrielle de l'Est*, T. I, p. 18-26).

KNAB (L.). — *Blanchissage* (in *La grande Encyclopédie*).

DEHAITRE (F.). — *Blanchissage du linge*. Album n° 7. (1891, in-4°, 308 p., nombreuses figures).

PIET (J.). — *Blanchisseries, désinfection, lavoirs publics* (1892, in-8°, 200 p., 110 fig.).

GENESTE et HERSCHER. — *Désinfection* (1893).

DEHAITRE (F.). — *Désinfection. Stérilisation* (1893).

DEHAITRE (F.). — *Matériel des établissements hospitaliers* (1894, 2e éd., 551 p., 165 fig.).

II. — MATÉRIEL DU TEINTURIER-DÉGRAISSEUR.

Nous jetterons un coup d'œil très rapide sur la partie la plus importante de ce matériel, c'est-à-dire celle qui a trait au nettoyage, à la teinture; enfin aux apprêts. Le chauffage, la circulation des liquides, la préparation des bains tinctoriaux ont été exposés pages 70, 98 et 121. Consulter aussi l'excellent *Manuel du Teinturier-dégraisseur* de M. F. Gouillon (M. Guédron).

Nettoyage. — Il peut se faire au mouillé ou à sec.

Le *nettoyage mouillé* utilise le foulon et le fouloir; ce dernier, spécial au teinturier-dégraisseur, est une simple planche portant une série d'arêtes vives; on la met dans le baquet où l'on nettoie et on l'appuie contre un taquet cloué sur le fond. Le nettoyage de quelques articles demande un passage au soufroir, ou petite chambre à soufrer. Le nettoyage mouillé au foulon, et surtout celui au fouloir, est fort souvent funeste aux objets déjà portés.

Le *nettoyage à sec*, dit *à la benzine*, se fait presque toujours à la benzoline, ou essence de pétrole purifiée. Les chiffons sont mis avec la quantité de liquide nécessaire dans un vase métallique à fermeture hermétique. Parmi les appareils utilisés, il faut citer la *Laveuse-Polonais* ou *tonneau* basculant ou *turbulent*, caisse cubique de 0m,80 de côté, la laveuse

Dehaître identique aux tonneaux laveurs, avec planche ramasseuse à claire-voie qui tourne autour de deux de ses angles opposés, *la laveuse Dehaître à double enveloppe*, et enfin la laveuse oscillante ou *branloir de Descombes,* tonneau elliptique balancé sur tourillons.

A la suite de ce nettoyage, les chiffons sont essorés, le mieux dans une essoreuse à toupie.

Le nettoyage à la benzine a les inconvénients d'exposer aux incendies lorsqu'on néglige les précautions nécessaires, et de produire l'innervation des ouvriers. Il a pour lui d'être économique, aisé, et de ménager le chiffon; il convient supérieurement bien aux soieries.

La benzine qui a servi peut être utilisée de nouveau après régénération par un traitement purificateur. Le procédé le plus efficace serait de la distiller, mais il est dangereux au point de vue des incendies. On peut se contenter de la clarifier par dépôt dans deux réservoirs en zinc à fermeture hermétique, agencés de façon à assurer une fourniture continue de benzine clarifiée; mais la benzine n'est pas débarrassée des substances grasses et colorées qu'elle a dissoutes. On peut, dans la pratique, se contenter de l'agiter avec de la soude caustique dans un tonneau horizontal en tôle présentant un robinet au tiers de sa hauteur, de façon qu'après avoir laissé la benzine se déposer on puisse prendre le liquide purifié au-dessus du dépôt.

Teinture. — Elle se fait dans des chaudières et dans des barques identiques à celles dont il a été parlé page 172. Les chiffons sont parfois disposés sur un petit traquet, sur un tendeur réduction de la champagne (p. 256), ou sur un simple cadre à barres sans tension.

Apprêts. — Les apprêts, dans le chiffonnage, constituent un ensemble d'opérations des plus importantes, puisqu'ils ont pour but de redonner à la marchandise un aspect se rapprochant le plus possible du neuf.

L'apprêt le plus simple est le repassage. On s'y sert d'une *table à repasser*, planche fixée au mur; ou plus avantageusement de la *table à vapeur* de Lyon, table bombée ou plate en

cuivre rosette (*fig.* 244), percée de trous sur partie ou totalité de sa surface, et dont l'emploi est des plus utiles.

L'apprêt se donne aussi au *métier ou rame* à pointes où à pinces, au métier de Saint-Quentin à pinces ou mâchoires

Fig. 244.

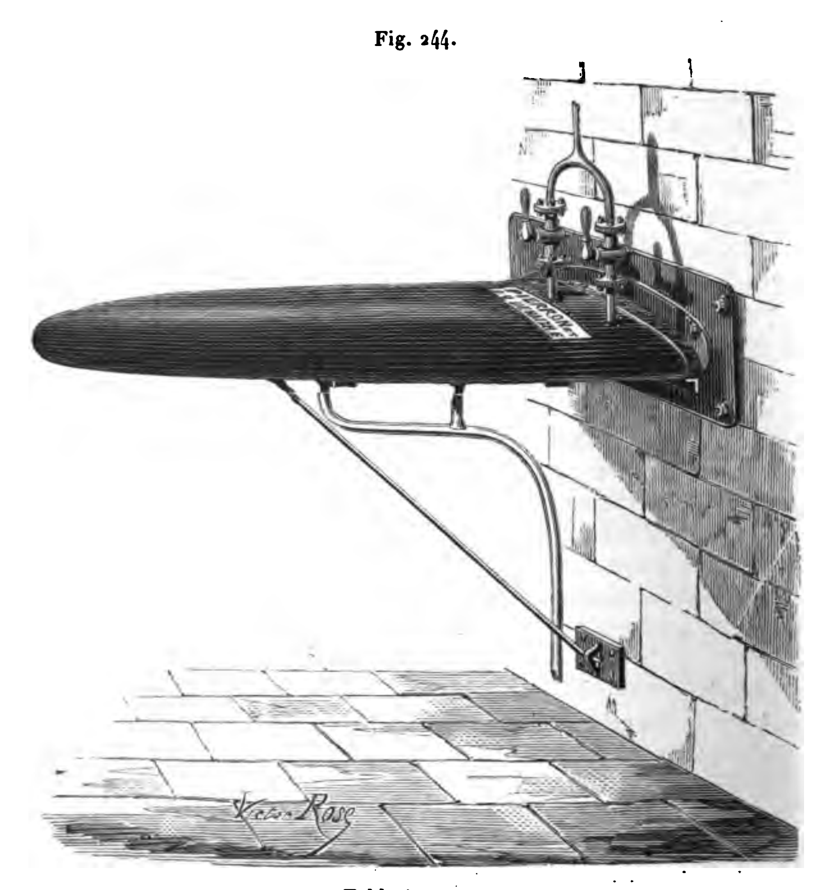


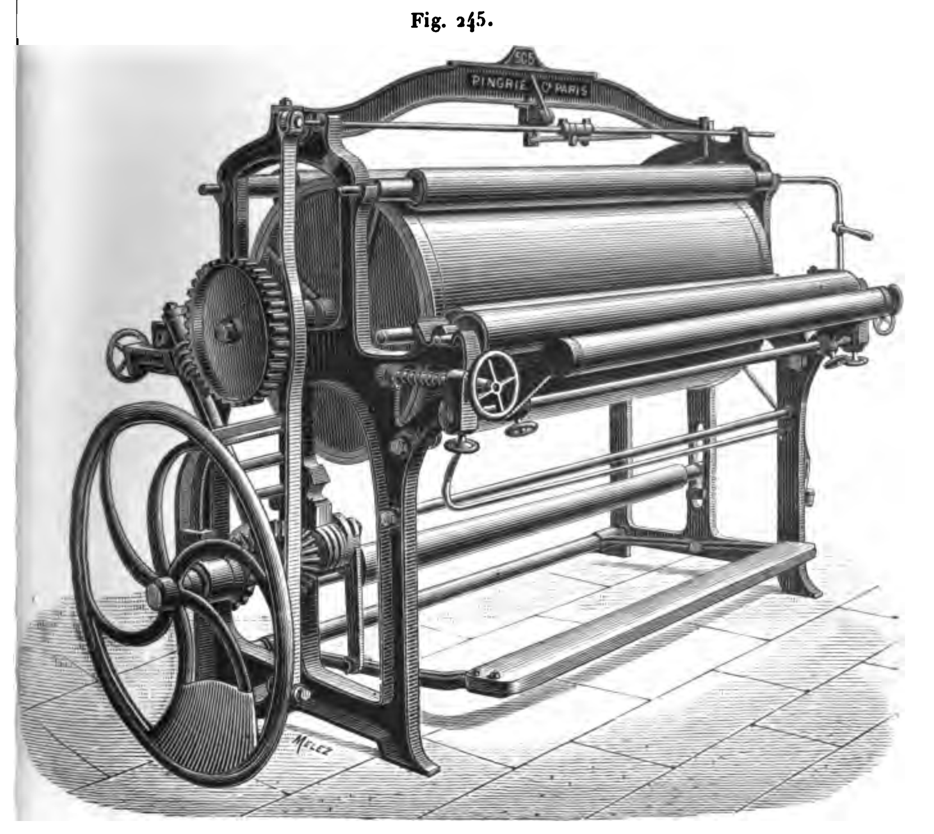
Table à vapeur.

en bois, au *métier au tapis,* toile tendue sur laquelle on épingle les chiffons jusqu'à ce que le séchage soit fini, au tapis rembourré soit fixe, soit tournant au-dessus d'une fosse à tuyaux de chauffage.

L'apprêt se donne enfin à la presse, qui fournit un beau travail, mais coûteux; aux cylindres, aux tambours d'apprêt à feutre sans fin ou machines à apprêter, à la calandre, à la mangle. Ces machines sont analogues à celles employées pour l'apprêt des tissus. Je décrirai ici la machine à apprêter Pingrié, plus spécialement destinée au chiffonnage.

Machine à tambour très connue, la *machine Pingrié et Cie*, dite « *la Sans-Rivale* » (*fig.* 245), dérive de la machine Tail-

Fig. 245.



Machine à apprêter « la Sans-Rivale » de Pingrié.

leur (1860), machine à doublier, qui a été perfectionnée par M. A. Vincent, puis par M. Pingrié. Elle est composée d'un

tambour sécheur, enveloppé d'un manchon de feutre sans fin. Ce feutre est tendu par l'écartement d'un rouleau en arrière lorsqu'on a en vue un apprêt brillanté; le rouleau tenseur est commandé par des vis d'appel de façon à pouvoir modifier la tension. Dans tous les cas où l'on ne veut pas de brillanté, on détend un peu le feutre et donne une pression au moyen d'un rouleau compresseur agissant localement sur le feutre. Celui-ci entraîne le tissu autour du tambour sécheur, qui est en cuivre et qui est chauffé intérieurement par la vapeur. Pour l'apprêt à sec, toujours préférable si l'on veut éviter plus sûrement l'humidité du feutre, le cuivrage, le coulage ou les plis, la machine est pourvue à l'entrée d'un vaporisateur qui permet tout apprêt à sec. La machine est disposée pour marcher en avant ou même en arrière, si besoin est.

Cette machine fait l'apprêt sec très fini. Elle est économique, car les cylindres sont d'un diamètre assez restreint. Elle fournit un travail très varié, se prêtant bien aux exigences du métier, et ses cylindres, étant en cuivre, s'échauffent, se refroidissent assez vite et permettent de modifier aisément la nature du travail. La machine se fait généralement sur un développement du tambour de $1^m,50$ à $1^m,30$, sur un diamètre de $0^m,80$ à $0^m,50$.

APPENDICE III.

PRÉCAUTIONS A PRENDRE DANS L'EMPLOI DES MACHINES.

Pour prévenir les accidents des employés aux machines, il est indispensable de couvrir les angles dangereux au moyen de planchettes de sûreté; c'est le cas pour les cylindres des calandres, des tondeuses, pour les engrenages des essoreuses, etc. Ces dernières ne doivent jamais être nettoyées en marche; il est fort utile d'adopter un mode de graissage automatique; en les faisant fonctionner, on ne dépassera pas une vitesse de 2500^m à la circonférence. Les appareils destinés à supporter de fortes pressions, cuves à lessiver, appareils à vaporiser, cylindres sécheurs, doivent être construits avec beaucoup de soins, en matériaux d'excellente qualité, timbrés pour la même pression que celle des générateurs.

Les couvercles des appareils à pression ne doivent pas être reliés aux récipients au moyen de boulons à charnière agissant sur des pattes rivées aux couvercles, car de nombreux accidents montrent que, dans ces conditions, les couvercles se bombent trop souvent sous la pression, rabattent les boulons à l'extérieur, et se projettent violemment. Les tambours sécheurs doivent être assemblés non par un simple brasage, mais par un rivetage. Les machines à apprêter seront munies de règles de sûreté, rendues solidaires de la fourche de sûreté (disposition Dollfus-Mieg).

Je signale, comme fort intéressants à consulter sur toutes ces questions, les Instructions sur les précautions à prendre concernant les transmissions et le maniement des courroies

publiées par l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, la Collection de dispositions destinées à éviter les accidents de machines, in-4°, 1894, Mulhouse, enfin les rapports annuels des travaux de l'Association pour prévenir les accidents de fabrique de Mulhouse.

FIN DU TOME DEUXIÈME.

TABLE DES FIGURES.

FIN DU TOME DEUXIÈME.

20255 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS et FILS, quai des Grands-Augustins, 55.

CHEVREUL (E.). — **De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés considéré d'après cette loi** *dans ses rapports avec la peinture, les tapisseries des Gobelins, les tapisseries de Beauvais pour meubles, les tapis, la mosaïque, les vitraux colorés, l'impression des étoffes, l'imprimerie, l'enluminure, la décoration des édifices, l'habillement et l'horticulture,* avec une Introduction de M. H. Chevreul fils. Grand in-4, avec 40 planches dont 36 en couleur .... 40 fr.

GARÇON (Jules), Ingénieur-Chimiste. — **Répertoire général ou Dictionnaire méthodique de Bibliographie des Industries tinctoriales et des Industries annexes**, depuis les origines jusqu'à la fin de 1896. Technologie et Chimie. 2 volumes grand in-8, 1800 pages environ, plus 1 volume de Tables (*Ouvrage récompensé par la Société industrielle de Mulhouse. Grand prix décennal Daniel Dollfus*). Prix de l'Ouvrage complet .... 100 fr.

Tome I : *Introduction et avertissement général. Notice sur les sources bibliographiques du Dictionnaire. Tables.*

Tome II : Dictionnaire de : *Accidents à Laboratoires de teintures et d'impression,* matériel (exclusivement).

Tome III : Dictionnaire de *Laboratoire de teintures* à la fin.

GUIGNET (Ch.-Er.), Ingénieur (École Polytechnique), Directeur des Teintures aux Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais, **DOMMER (F.)**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris, **GRANDMOUGIN (E.)**, Chimiste, Ancien préparateur à l'École de Chimie de Mulhouse. — **Industries textiles. Blanchiment et apprêts. Teinture et impression. Matières colorantes.** Grand in-8 de 674 pages, avec 345 figures et échantillons de tissus imprimés; 1895....... 30 fr.

LACOUTURE (Charles). — **Répertoire chromatique.** *Solution raisonnée et pratique des problèmes les plus usuels dans l'étude et l'emploi des couleurs.* 29 tableaux en chromo représentant 952 teintes différentes et définies, groupées en plus de 600 gammes typiques. In-4, contenant un texte de XI-144 pages, vrai traité de la science pratique des couleurs, accompagné de nombreux diagrammes et suivi d'un atlas de 29 tableaux en chromo, qui offrent à la fois l'illustration du texte et de nouvelles ressources pour les applications; 1890. (*Ouvrage honoré de la* médaille d'or *de la Société industrielle du nord de la France,* 18 janvier 1891.)

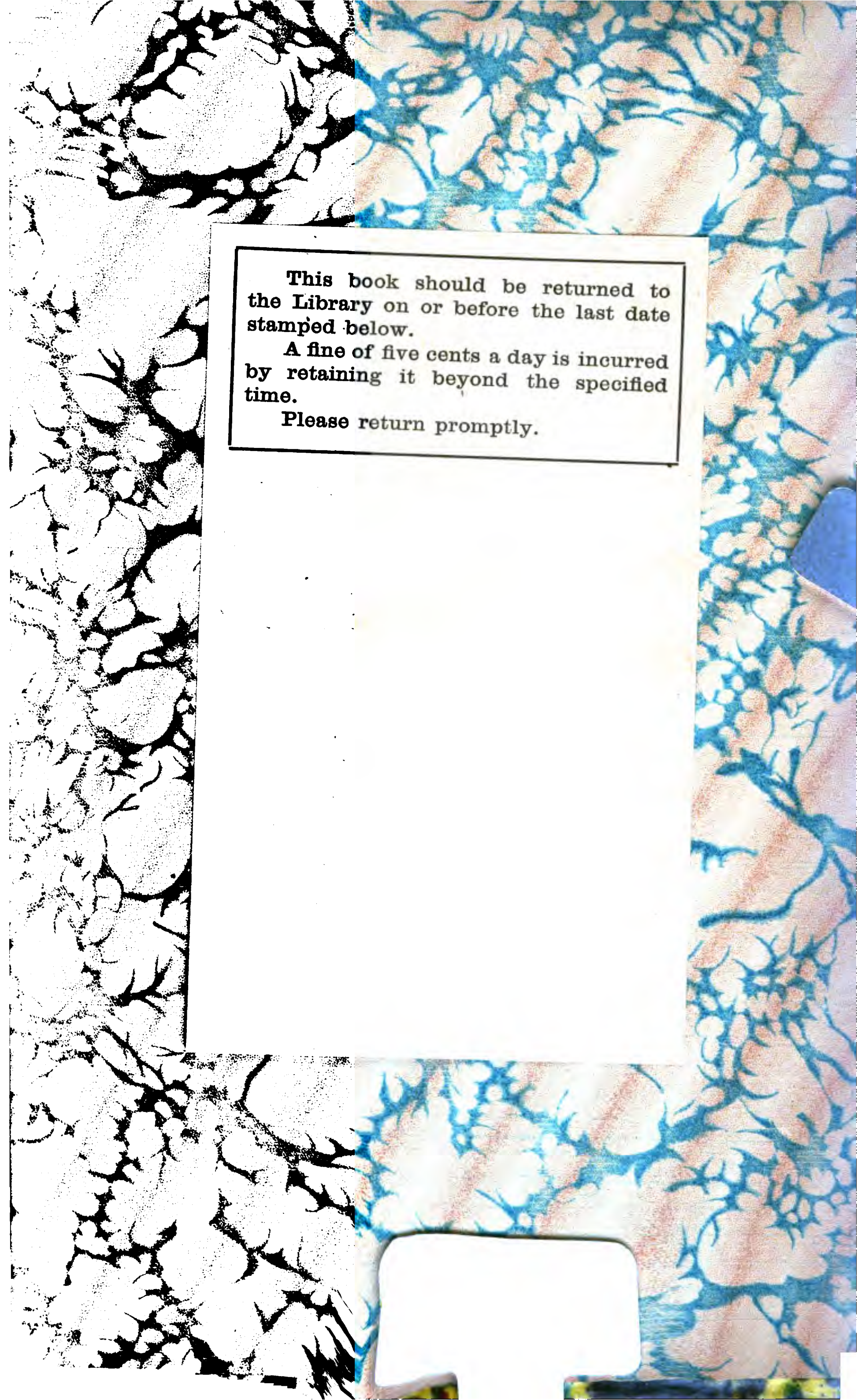
Broché.............. 25 fr. | Cartonné............ 30 fr.

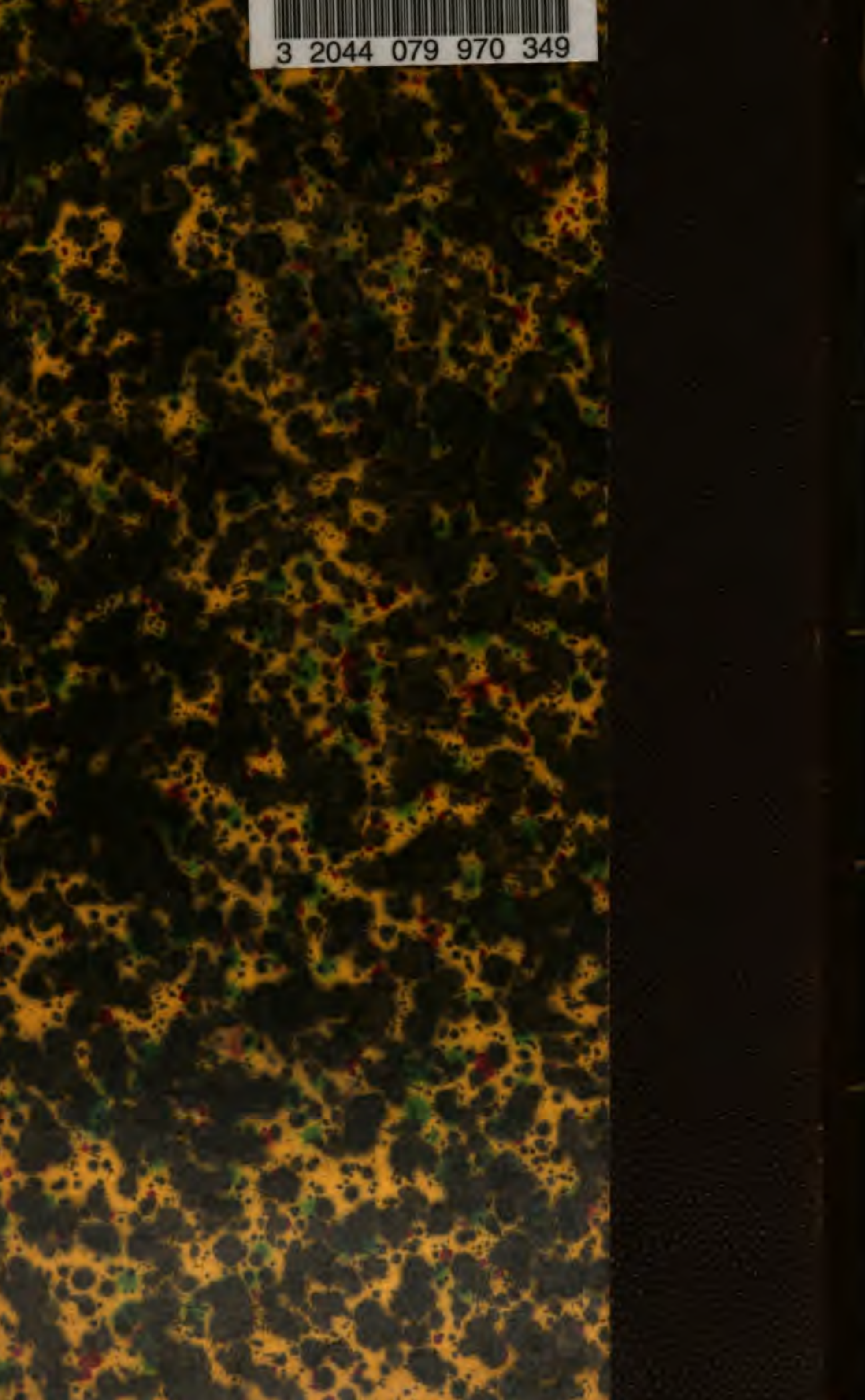
PRUDHOMME (M.), ancien Élève de l'École Polytechnique. — **Teinture et Impression.** Petit in-8; 1894.

Broché .... 2 fr. 50 c. | Cartonné .... 3 fr.

31214 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.






3 2044 079 970 349